



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
БИОФИЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР  
ИМ. А.И. БУРНАЗЯНА  
ФМБЦ РОССИИ

ISSN 2782-6430 (print)

ISSN 3033-5639 (online)

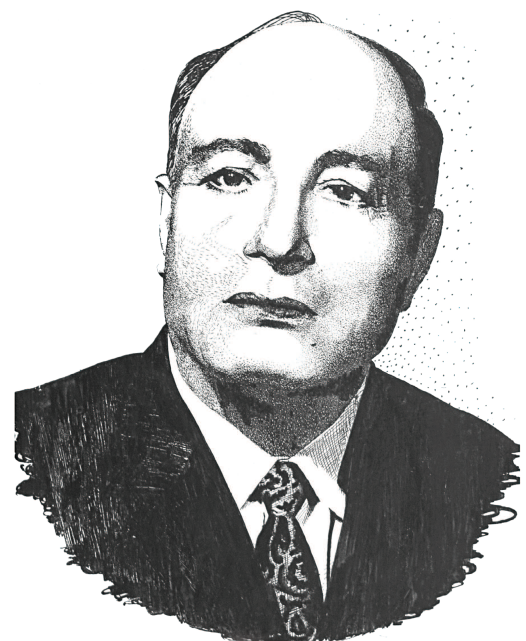
# КЛИНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК ФМБЦ им. А.И. Бурназяна

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center

# CLINICAL BULLETIN

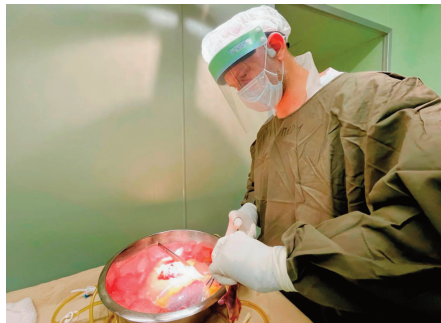
2025

№4



## ХИРУРГИ ГНЦ ФМБЦ ИМ. А.И. БУРНАЗЯНА ФМБА РОССИИ ВЫПОЛНИЛИ 600-Ю ТРАНСПЛАНТАЦИЮ ПЕЧЕНИ

4 декабря 2025 г. в Государственном научном центре «Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России была проведена 600-я операция по трансплантации печени, что является третьим результатом в стране по совокупному количеству подобных проведенных операций и 4-м результатом на всем постсоветском пространстве.



Пациентом, которому была выполнена трансплантация, стал мужчина с терминальной стадией цирроза печени. Операция прошла успешно, в полном объеме, без осложнений. Вмешательство выполняла опытная команда хирургов-трансплантологов под руководством главного хирурга ФМБА России, руководителя Центра хирургии и трансплантологии ГНЦ ФМБЦ им.А.И.Бурназяна ФМБА России, члена-корреспондента РАН, д.м.н. Сергея Восканяна.

На сегодняшний день состояние пациента оценивается как удовлетворительное. Он уже переведен из реанимации в палату профильного отделения, где продолжает получать необходимое лечение.

Достижение рубежа в 600 трансплантаций печени является закономерным результатом системной работы коллектива Центра и ФМБА России. Эта деятельность объединяет не только виртуозную работу хирургов, но и слаженные усилия всей мультидисциплинарной бригады врачей и среднего медицинского персонала.

*«600-я трансплантация печени подтверждает высочайший профессионализм нашей команды. Но для нас важнее не цифры, а качество и инновации. Сегодня наш Центр — это не только клиника, но и научная*

*лаборатория в реальном времени: мы активно разрабатываем и патентуем собственные методики и технологии, чтобы делать эти сложнейшие операции еще более эффективными и безопасными для пациентов», — отметил Сергей Восканян.*

ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России остается одним из флагманов отечественной трансплантологии, оказывая специализированную, в том числе высокотехнологичную, медицинскую помощь в соответствии с самыми современными мировыми стандартами. Кроме того, главный хирург ФМБА России Сергей Восканян отметил, что программа трансплантации органов успешно реализуется в системе Федерального медико-биологического агентства, в таких учреждениях, как ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр», ФГБУ «Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий, ФГБУ «Сибирский федеральный научно-клинический центр», «ФГБУЗ «Западно-Сибирский медицинский центр».

*Феруза Насырова — пресс-секретарь  
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им.А.И. Бурназяна ФМБА России  
Фото : Анатолий Прокофьев*

## ПРЕМИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИИ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ



3 декабря 2025 г. в Доме Правительства Российской Федерации под председательством Михаила Мишустина состоялась торжественная церемония вручения премий Правительства в области науки и техники. Среди лауреатов высокой награды — Сергей Эдуардович Восканян, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, главный хирург ФМБА России, руководитель Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» ФМБА России.

Премия присуждена научному коллективу под руководством Сергея Эдуардовича Восканяна за разработку и внедрение принципиально новой стратегии и инновационных хирургических технологий лечения альвеококкоза печени, направленных на повышение эффективности и безопасности операций.

На церемонии вручения Михаил Мишустин отметил выдающийся вклад лауреатов в развитие отечественной науки и технологий, подчеркнув практическую значимость их работ для решения ключевых задач в сфере здравоохранения. Сергей Эдуардович Восканян — признанный лидер в области отечественной хирургии и трансплантологии, под его руководством ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна является одной из ведущих клиник страны, выполняющий высокотехнологичные операции по широкому спектру патологий.

Коллектив Центра сердечно поздравляет Сергея Эдуардовича с заслуженной высокой государственной наградой. Это признание является свидетельством выдающихся профессиональных достижений и весомого вклада в развитие мировой и отечественной хирургии.

# КЛИНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

## ФМБЦ им. А.И. Бурназяна

### 2025. № 4

Периодичность издания: четыре выпуска в год

Учредитель и издатель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный научный центр Российской Федерации.  
Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна

Миссия журнала – публикация научных статей и обзоров по проблемам профилактики, диагностики, передовых методов диагностики лечения и реабилитации больных с онкологическими, хирургическими, кардиологическими, неврологическими, гематологическими заболеваниями, травматологии, анестезиологии и реанимации.

Цель журнала – освещение передовых достижений клинической медицины для оказания методической помощи широкому кругу клинических специалистов.

Главный редактор: *Удалов Юрий Дмитриевич* – д.м.н., профессор ;  
Заместитель главного редактора: *Олесова Валентина Николаевна* – д.м.н., профессор;  
Научный редактор: *Праскурничий Евгений Аркадьевич* – д.м.н., профессор.

Редакционная коллегия [https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit_ru)

**Азимова Ю.Э.** – д.м.н., ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии».  
**Астрелина Т.А.** – д.м.н., профессор, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Ахаладзе Г.Г.** – д.м.н., профессор, ФГБУ РНЦ рентгенодиагностики МЗ РФ.  
**Восканян С.Э.** – д.м.н., профессор, член-корр. РАН, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Дубров В.Э.** – д.м.н., профессор, ГОУ ВПО «МГУ им. М.В. Ломоносова».  
**Ефанов М.Г.** – д.м.н., профессор, МКНЦ им. А.С. Логанова ДЗМ.  
**Журавель С.В.** – д.м.н., профессор, ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ».  
**Ионова Е.А.** – д.м.н., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Казиков В.Ф.** – д.м.н., профессор, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Колбахова С.Н.** – к.м.н., доцент, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

**Петинати Н.А.** – к.м.н., ФГБУ НИИЦ гематологии МЗ РФ.  
**Попугаев К.А.** – д.м.н., доцент, ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ».  
**Рогачева Е.Р.** – д.м.н., профессор, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Рылова Н.В.** – д.м.н., профессор, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Серета А.П.** – д.м.н., профессор, ФГБУ НИИЦ травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена МЗ РФ.  
**Синкин М.В.** – к.м.н., ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ».  
**Хабарина Н.В.** – д.м.н., доцент, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России.  
**Шахнович П.Г.** – д.м.н., ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управделами Президента РФ.  
**Шейх Ж.В.** – д.м.н., профессор, ГБУЗ «ГКБ имени С.П. Боткина» ДЗМ.

Редакционный совет [https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit_ru)

**Джабер Ибрагим (Jaber Ibrahim)** – профессор ортопедии и хирургии суставов медицинского факультета Дамасского университета (Сирия).  
**Дидковский Николай Антонович** – д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ, руководитель лаборатории клинической иммунологии ФГБУ ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА России.  
**Киочи Такаори (Kioichi Takaoi)** – MD, PhD, FACS, FMAS(N) IASGO Secretary General Department of Surgery Kyoto University Hospital Kyoto, Japan (Япония).  
**Котельников Геннадий Петрович** – д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии Самарского государственного медицинского университета.  
**Кульчицкая Детелина Борисова** – д.м.н., профессор кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России, профессор ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии МЗ РФ.

**Никола Владимир Владимирович** – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отделения реанимации и интенсивной терапии I Российского научного центра хирургии им. акад. Б.В. Петровского.  
**Ридэн Татьяна Владимировна** – д.м.н., профессор, эксперт ГБУЗ НПКЦ диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ, врач радиолог Центрального института диагностической и интервенционной радиологии Клиники г. Людвигсхафен-на-Рейне (Германия). Член ESR, POP.  
**Стоянович Людмила** – MD, PhD, профессор Белградского университета (Сербия).  
**Федорова Наталья Владимировна** – д.м.н., профессор кафедры неврологии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования.  
**Фехсе Борис** – профессор, доктор медицины, научный руководитель Центра онкологии Междисциплинарной клиники и поликлиники трансплантации стволовых клеток Униклиники Гамбург-Эппендорф (Германия).

Журнал входит в перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК, индексируется в РИНЦ

Осуществляется контроль заимствований и плагиата. Журнал придерживается политики открытого рецензирования. Все выпуски журнала находятся в открытом доступе. Плата за публикации не взимается.

Электронная версия журнала: <https://klinvest.fmbafmbc.ru/vypuski-jornal-ru>

Правила рецензирования: [https://klinvest.fmbafmbc.ru/review\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/review_ru)

Правила представления рукописей для опубликования в журнале: [https://klinvest.fmbafmbc.ru/rules\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/rules_ru)

Компьютерная верстка и техническое редактирование Лихачева С.К.

Адрес редакции журнала: 123098, Москва, ул. Живописная, 46; Телефон: (499) 190-59-60; E-mail: rcdm@mail.ru

Сайт журнала: <http://klinvest.fmbafmbc.ru/>

Журнал зарегистрирован в Роскомнадзоре. Рег. номер: ПИ № ФС77-82512 от 23 декабря 2021 г.

Подписано в печать 01.12.2025. Формат 60×90/8 Печать офсетная. 14.25 печ. л. Тираж 1000 экз. Заказ № 2024

Отпечатано в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. 123098, Москва, ул. Живописная, 46

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center

ISSN 2782-6430 (print)  
ISSN 3033-5639 (online)

# CLINICAL BULLETIN

Klinicheskii Vestnik

2025. № 4

Frequency of publication: four issues per year

Founder &amp; publisher:

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA of Russia

**Mission – publication of scientific articles and reviews on the problems of prevention, diagnosis, advanced methods of diagnostics and treatment and rehabilitation of patients with oncological, surgical, cardiological, neurological, hematological diseases, traumatology, anesthesiology and resuscitation.**  
**Purpose – inform about advanced achievements of clinical medicine to provide methodological assistance a wide range of clinical professionals.**

Editor-in-Chief: *Udalov Yu.D.* – Dr. Sci. Med., Prof.;Deputy Editor-in-Chief: *Olesova V.N.* – Dr. Sci. Med., Prof.;Deputy Editor-in-Chief for Science: *Praskurnichiy E.A.* – Dr. Sc. (Med.), Prof..Editorial Board [https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit_ru)**Azimova Ju. Ed.** –

Dr. Sc. (Med.), Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russia.

**Astrelina T.A.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Ahaladze G.G.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Russian Scientific Center of Roentgenology &amp; Radiology, Moscow, Russia.

**Voskanyan S.E.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Corresponding member of RAS, A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Dubrov V.E.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Lomonosov Moscow State University, Russia.

**Efanov M.G.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., A.S. Loginov MCSC, Moscow, Russia.

**Zhuravel' S.V.** –  
Dr. Sc. (Med.), Prof., N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia.**Ionova E.A.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Kazakov V.F.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Kolbahova S.N.** –

PhD (Med.), Assoc. Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Petinati N.A.** –

PhD (Med.), National Medical Research Center of Hematology, Moscow, Russia.

**Popugayev K.A.** –

Dr. Sc. (Med.), Assoc. Prof., N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia.

**Rogacheva E.R.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Rylova N.V.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.

**Sereda A.P.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., R.R. Vreden Institute of Traumatology and Orthopedics named, Moscow, Russia.

**Sinkin M.V.** –

PhD (Med.), N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow, Russia.

**Shakhnovich N.V.** –  
Dr. Sc. (Med.), Associate Prof., A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia.**Shakhnovich P.G.** –

Dr. Sc. (Med.), Central Clinical Hospital of the Administrative directorate of the President of the Russian Federation.

**Sheikh Zh.V.** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia.

Editorial Council [https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/edit_ru)**Jaber Ibrahim** –

Professor of the Orthopedics and Joint Surgery of the Medical Faculty of Damascus University

**Didkovskiy Nikolay Antonovich** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Honored doctor of the Russian Federation, Head of the Laboratory of Clinical Immunology of the FSBI Federal Research and Clinical Center of Physical-Chemical Medicine of the of the FMBA of Russia

**Kioichi Takaori** –

MD, PhD, FACS, FMAS(H) IASGO Secretary General Department of Surgery Kyoto University Hospital Kyoto, Japan

**Kotelnikov Gennady Petrovich** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Academician of RAS, Head of the Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery of the Samara State Medical University

**Kulchitskaya Detelina Borisovna** –

Dr. Sc. (Med.), Professor at the Department of Restorative Medicine, Balneology and Physiotherapy, Nursing with a course of sports medicine of the MBU ICE of A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia, Professor at the FSBI "National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology" of the Ministry of Health of the Russian Federation

**Nikoda Vladimir Vladimirovich** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Chief scientific officer of the Resuscitation and Intensive Care Department of the First Russian Scientific Centre of Surgery named after Academician B.V. Petrovsky

**Riden Tatyana Vladimirovna** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Expert-adviser of the FSBI Scientific and practical clinical center of diagnostics and telemedicine technologies of the Moscow Department of Healthcare, radiologist of the Institute of Diagnostic and Interventional Radiology Clinics in Ludwigshafen am Rhein, Member of the ESR, RSR.

**Stoyanovich Lyudmila** –

MD, PhD, Professor at the University of Belgrade

**Fedorova Nataliya Vladimirovna** –

Dr. Sc. (Med.), Professor at the Department of Neurology of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education

**Fehse Boris** –

Dr. Sc. (Med.), Prof., Scientific director of the The Center for Oncology and the Department of Stem Cell Transplantation of the University Medical Center Hamburg-Eppendorf

The Journal is in the leading scientific journals of the Supreme Examination Board (VAK), RSCI

Control is carried out of borrowings and plagiarism. The journal adheres to the policy of open review. All issues of the journal are in the public domain. Publication is free of charge.

Electronic version of the journal: <https://klinvest.fmbafmbc.ru/vypuski-jornal-ru>  
Reviews of articles are presented on the NDL website: [https://klinvest.fmbafmbc.ru/review\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/review_ru)  
Requirements: [https://klinvest.fmbafmbc.ru/rules\\_ru](https://klinvest.fmbafmbc.ru/rules_ru)

Computer-aided makeup: Likhacheva S.K.

Editorial Office Address: 46, Zhivopisnaya st., Moscow, Russia, 123098. Phone: +7 (903) 796-4195. E-mail: [rcdm@mail.ru](mailto:rcdm@mail.ru)The journal website: <http://klinvest.fmbafmbc.ru/>The journal is registered by ROSKOMNADZOR. Reg. No.: PI No FS77-82512 dated december 23, 2021.  
Signed to print 01.12.2025. Format 60×90/8. Offset printing. 14.25 printed sheets. 1000 copies. Order 2024  
Printed by SRC-FMBC. 123098, Moscow, Zhivopisnaya st. 46

СОДЕРЖАНИЕ

- ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ МЕДИЦИНА 5 **Алиментарные факторы профилактики остеоартрита**  
*Рылова Н.В., Горнов С.В., Нопина В.С.*
- 10 **Сочетанное применение противовоспалительных и метаболических препаратов при лечении пародонтита**  
*Абдуллаева А.И., Удалов Ю.Д., Акопов Д.Ю., Абакаров С.И., Олесова В.Н., Абдуллаев С.А.*
- 16 **Особенности функциональной диагностики пловцов**  
*Ковалева Е. М., Горнов С.В., Рылова Н.В.*
- 24 **Специфика организации реабилитационных мероприятий в условиях специализированного туберкулезного санатория**  
*Калинина Л.В.*
- 31 **Экспресс-анализ факторов бессознательной мотивации сотрудников помогающих профессий при оценке рисков профессионального выгорания**  
*Фортулатова Л.И., Мирошник Е.В., Картусов С.С., Калинина М.Ю.*
- 39 **Обзор современных подходов к адаптации к условиям полярного дня при выполнении ответственных работ вахтовым методом организации труда**  
*Голобородько Е.В., Разинкин С.М., Брагин М.А., Киш А.А., Орлова Н.З., Косенков А.А.*
- 44 **Влияние приема пищи на показатели биоимпеданса**  
*Мавлиев Ф.А., Д.К. Коровина Д.К., Н.В. Рылова Н.В.*
- ОНКОЛОГИЯ 48 **Роль преабилитации в комплексном лечении рака молочной железы: анализ эффективности и внедрения в клиническую практику**  
*Тахавиева Ф.В., Хасанова Р.Р.*
- 53 **Современная стратегия диагностики и лечения экстрамаммарной болезни педжета: данные доказательной медицины**  
*Завьялов А.А., Кодирова А.Б., Архитова В.И., Зугумова М.Ш., Степанянц Н.Г.*
- 59 **Применение низкоинтенсивной лазерной терапии в реабилитации пациентов после хирургического лечения рака молочной железы (обзор литературы)**  
*Медведев К.И., Завьялов А.А., Куртин А.А.*
- 65 **Биотехнологические подходы изучения липидного профиля при неоплазии по концентрациям минорных липидных компонентов в крови**  
*Садеков Т.Ш., Жиленкова О.Г., Мехтиев Э.Р.*
- 71 **Дифференциальная диагностика доброкачественных дисплазий молочной железы**  
*Каушанская С.Ю., Завьялов А.А., Удалов Ю.Д.*
- ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА 75 **Сочетание фотоакустической визуализации и ультразвуковых технологий имеет значительный клинический потенциал: обзор**  
*Ковальчук А.М., Махонько А.А., Орлова О.С.*
- ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ 79 **Изменения языка при заболеваниях различной этиологии в практике врача**  
*Ильин А. А., Винокурова С. П., Богданова Т.М., Занкин М. А.*
- 90 **Коморбидность и мультиморбидность с позиций оценки рисков и помощи пациентам с хронической патологией при инфекционных рисках**  
*Краснов А.Е., Удалов Ю.Д., Мингазова Э.Н.,*
- 96 **Заболеваемость ожирением ликвидаторов последствий аварии на чернойбыльской АЭС, работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России**  
*Прохорова О.Н., Михайленко А.М., Зиятдинов М.Н., Калинина М.В., Шафранский И.Л., Арчегова М.Г., Туков А.Р.*
- ДЕРМАТОЛОГИЯ 102 **Применение метода холодной атмосферной плазмы в дерматовенерологии и косметологии (Обзор литературы)**  
*Липова Е.В., Витвицкая Ю.Г., Чекмарев А.С., Глазко И.И.*
- ОФТАЛЬМОЛОГИЯ 108 **Наш опыт применения когезивного вискоэластика для поддержания проходимости слезоотводящих путей.**  
*Галкина Т.А., Майданова А.А., Сурнина З.В., Нерсесян М.В., Попадюк В.И.*

## CONTENTS

REHABILITATION MEDICINE	5	<b>Nutritional Factors of Osteoarthritis Prevention</b> <i>Rylova N.V., Gornov S.V., Nopina V.S.</i>
	10	<b>Combined Use of Anti-Inflammatory and Metabolic Drugs in the Treatment of Periodontitis</b> <i>Abdullaeva A.I., Udalov Yu.D., Akopov Dyu, Abakarov S.I., Olesova V.N., Abdullaev S.A.</i>
	16	<b>Features of Functional Diagnostics of Swimmers</b> <i>Kovaleva E. M., Gornov S.V., Rylova N.V.</i>
	24	<b>Specifics of Organizing Rehabilitation Measures in a Specialized Tuberculosis Sanatorium</b> <i>Kalinina L.V.</i>
	31	<b>Express Analysis of Factors of Unconscious Motivation of Employees of Helping Professions in Assessing the Risks of Professional Burnout</b> <i>Fortunatova L.I., Miroshnik E.V., Kartusov S.S., Kalinina M.Y.</i>
	39	<b>A Review of Modern Approaches to Adaptation to Polar Day Conditions in Shift-Based Work</b> <i>Goloborodko E.V., Razinkin S.M., Bragin M.A., Kish A.A., Orlova N.Z., Kosenkov A.A.</i>
	44	<b>Effect of Food Intake on Bioimpedanceometric Parameters</b> <i>Mavliev F.A., Korovina D.K., Rylova N.V.</i>
ONCOLOGY	48	<b>The Role of Prehabilitation in the Comprehensive Treatment of Breast Cancer: an Analysis of Effectiveness and Implementation in Clinical Practice</b> <i>Takhavieva F.V., Khasanova R.R.</i>
	53	<b>Modern Diagnostics and Treatment Strategy for Extramammary Paget's Disease: Evidence-Based Medicine Data</b> <i>Zavialov A.A., Kodirova A.B., Arkhipova V.I., Zugumova M.Sh., Stepanyants N.G.</i>
	59	<b>The Use of Low-Intensity Laser Therapy in the Rehabilitation of Patients After Surgical Treatment of Breast Cancer (Literature Review)</b> <i>Medvedev K.I., Zavialov A.A., Kurtin A.A.</i>
	65	<b>Biotechnological Approaches to Studying Lipid Profile in Neoplasia by Concentrations of Minor Lipid Components in Blood</b> <i>Sadekov T.Sh., Zhilenkova O.G., Mekhtiev E.R.</i>
	71	<b>Differential Diagnosis of Benign Breast Dysplasia</b> <i>Kaushanskaya S.Yu., Zavialov A.A., Udalov Yu.D.</i>
X-RAY DIAGNOSIS	75	<b>Combining Photoacoustic Imaging and Ultrasound Technologies Has Significant Clinical Potential: a Review</b> <i>Kovalchuk AM, Makhonko A.A., Orlova O.S.</i>
INTERNAL DISEASES	79	<b>Language Changes in Diseases of Various Etiologies in the Practice of a Doctor</b> <i>Ilijin A.A., Vinokurova S.P., Bogdanova T.M., Zankin M.A.</i>
	90	<b>Comorbidity and Multimorbidity from the Point of Risk Assessment and Assistance to Patients with Chronic Pathology at Infectious Risks</b> <i>Krasnov A.E., Udalov Yu.D., Mingazova E.N.</i>
	96	<b>Incidence of Obesity Among Chernobyl Accident Liquidators, Employees of Enterprises and Organizations Served by Healthcare Institutions of the FMBA of Russia</b> <i>Prochorova O.N., Mihaylenko A.M., Ziyatdinov M.N., Kalinina M.V., Shafranskiy I.L., Arhegova M.G., Tukov A.R.</i>
DERMATOLOGY	102	<b>Application of the Cold Atmospheric Plasma Method in Dermatovenerology and Cosmetology (Literature Review)</b> <i>Lipova E.V., Vitvitskaya Yu.G., Chekmarev A.S., Glazko I.I.</i>
OPHTHALMOLOGY	108	<b>Use of Cohesive Viscoelastic to Maintain the Patency of the Lacrimal Ducts: Our Experience</b> <i>Galkina T.A., Maydanova A.A., Surnina Z.V., Nersesyan M.V., Popadyuk V.I.</i>

Н.В. Рылова, С.В. Горнов, В.С. Нопина

**АЛИМЕНТАРНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОФИЛАКТИКИ ОСТЕОАРТРИТА**

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

**Резюме**

Проведен анализ данных отечественной и зарубежной литературы, посвященный диетологическим аспектам профилактики остеоартрита. По данной тематике обобщен мировой опыт применения фармаконутриентов – коллагена, хондроитинсульфата как монотерапии и в комбинации с другими методами. Поиск проводился с использованием электронных баз данных Pubmed, MEDLINE, Embase, Scopus, eLIBRARY за период с 1999 г. по 2024 г. Для поиска мы использовали ключевые слова и их сочетания: «коллаген», «хондроитинсульфат», «лечение остеоартрита», «профилактика остеоартрита». По результатам исследования установлено, что фармаконутриенты, содержащие коллаген или хондроитинсульфат, положительно влияют на прогноз пациентов, страдающих остеоартритом, а также улучшают их качество их жизни.

**Ключевые слова:** *коллаген, хондроитинсульфат, лечение остеоартрита, профилактика остеоартрита*

**Для цитирования:** Рылова Н.В., Нопина В.С. Алиментарные факторы профилактики остеоартрита // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 05–09. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-05-09

N.V. Rylova, S.V. Gornov., V.S. Nopina

**Nutritional Factors of Osteoarthritis Prevention**

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Rylova Natal'ya Victorovna: rilovanv@mail.ru

**Abstract**

The analysis of data from domestic and foreign literature devoted to the nutritional aspects of osteoarthritis prevention has been carried out. The world experience in the use of pharmacornutrients – collagen, chondroitin sulfate as monotherapy and in combination with other methods is summarized on this topic. The search was conducted using the electronic databases Pubmed, MEDLINE, Embase, Scopus, eLibrary for the period from 1999 to 2024. For the search, we used keywords and their combinations: "collagen", "chondroitin sulfate", "treatment of osteoarthritis", "prevention of osteoarthritis". According to the results of the study, pharmacornutrients containing collagen or chondroitin sulfate have a positive effect on the prognosis of patients suffering from osteoarthritis, as well as improve their quality of life.

**Keywords:** *collagen, chondroitin sulfate, osteoarthritis treatment, osteoarthritis preventions*

**For citation:** Rylova NV, Nopina VS. Nutritional Factors of Osteoarthritis Prevention. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:05-09. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-05-09

**Введение**

Остеоартрит – хроническое заболевание суставов, характеризующееся необратимыми изменениями опорно-двигательной системы. В первую очередь данная патология связана с поражением суставного хряща и субхондральной кости. У большинства пациентов наблюдается деструкция хрящевой ткани, ведущая к сужению суставной щели [1].

Поражения крупных суставов значительно ухудшают качество жизни за счет хронического болевого синдрома [1,2,3], который ассоциирован как с физической нагрузкой, так и с венозным стазом в ночное время. Также развитие болевого синдрома при остеоартрите связывают с неблагоприятными метеорологическими условиями, такими как высокое атмосферное давление, повышение влажности и другими факторами, воздействующими на внутрисуставные рецепторы [4].

Необходимо учитывать, что прогredientный характер заболевания часто сопровождается последующим развитием и прогрессированием депрессии [5,6].

На современном этапе в терапевтических подходах при патологии суставов применяются различные методы. Препаратами выбора являются нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), опиоидные и топические анальгетики. Важно отметить, что прием НПВП часто приводит к развитию побочных эффектов со стороны желудочно-кишечного тракта – изъязвлению слизистой оболочки желудка в связи с нарушением баланса простагландинов, обладающих гастропротекторным действием. Кроме того, при лечении остеоартрита применяются внутрисуставные введения глюкокортикоидов при выраженных признаках воспаления,

внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты, которая сходна по характеристикам вязкости и эластичности с синовиальной жидкостью [7].

Одним из современных методов лечения остеоартрита коленного сустава является применение обогащенной тромбоцитарной плазмы (PRP-терапии). Терапевтический эффект PRP-терапии обусловлен биологически активными факторами роста, высвобождаемыми из гранул тромбоцитов. Данные факторы стимулируют пролиферацию хондроцитов, способствуют секреции хрящевого матрикса, уменьшают катаболические эффекты провоспалительных цитокинов. Было проведено исследование, которое доказало эффективность облегчения болевого синдрома и улучшения функций пораженных суставов у пациентов. Эффекты PRP были сопоставимы с применением глюкокортикостероидов. В сравнении с инъекционным применением гиалуроновой кислоты, обогащенная тромбоцитарная плазма показала превосходные результаты [8].

Интересным представляется оценить эффективность использования некоторых фармаконутриентов, таких как: хондроитинсульфат, коллаген, другие гликозаминогликаны [7].

#### **Влияние приема коллагена на здоровье суставов**

Коллаген – фибриллярная макромолекула, составляющая около 20 % объема хряща, он является каркасом ткани и обеспечивает ее прочность. При остеоартрите происходит разрушение коллагеновой сети [9], уменьшение толщины суставного хряща, что приводит к нарушению конгруэнтности и функциональности сустава.

Хондроциты при остеоартрите вместо коллагена 2 типа синтезируют коллаген 1 и 3 типа, увеличивается содержание неколлагеновых белков, что приводит к усилению активности коллагенолитических ферментов – матриксных металлопротеаз. Кроме того, при нарушении функций хондроцитов происходит увеличение синтеза провоспалительных цитокинов, что приводит к повреждению синовиальной оболочки сустава [9].

Коллаген содержится во многих продуктах питания – мясных волокнах, субпродуктах, но он плохо усваивается организмом человека из-за большого размера молекул. В процессе пищеварения в желудке под действием пепсина и соляной кислоты происходит разрушение пептидных связей молекул коллагена, далее происходит гидролиз в просвете тонкого кишечника под влияние протеолитических ферментов, выделяемых поджелудочной железой до пептидов коллагена. Затем осуществляется гидролиз кишечными ферментами до уровня аминокислот, всасывание и распространение веществ по всему организму через систему воротной вены [9].

Неденатурированный коллаген II типа предполагает 3 механизма действия. Во-первых, при поступлении *per os* эпитопы полипептидов НК-II воздействуют на органы периферической иммунной системы – на T- и B-лимфоциты, рециркулирующих к пейеровым бляшкам тонкого кишечника, затем

сенсibilизированные эпитопы по лимфатическим сосудам мигрируют в общий кровоток и достигают пораженный сустав [10]. Деструкция поверхности хряща при остеоартрите характеризуется избыточным содержанием коллагена II типа, волокна которого выходят на поверхность. Сенсibilизированные лимфоциты начинают вырабатывать антитела, которые образуют защитный слой вокруг волокон коллагена, вследствие чего нарушается избыточная продукция провоспалительных цитокинов. Во-вторых, неденатурированный коллаген II типа гидролизуется под действием ферментов желудочно-кишечного тракта. Полученные при гидролизе полипептиды поступают в кровь и достигают сустава, что улучшает регенерацию хряща [11,12]. В третьих, полипептиды, полученные в результате гидролиза неденатурированного коллагена II типа могут блокировать аутоантитела, ускоряющие гибель хондроцитов, что способствует торможению деградации хряща [13, 14].

Важно отметить, что в суставах, костях и коже человека наблюдается собственный видоспецифический коллаген, а прием пептидов коллагена животного происхождения служит источником восполнения дефицита аминокислот, необходимых для синтеза собственного коллагена [9].

Ученые, изучая патогенез возрастных особенностей организма человека, который проявляется снижением синтеза протеогликанов и коллагена, потери гликозаминогликанов, отвечающих за целостность и здоровье кожи и хрящей, провели двойное слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование, в котором испытуемые принимали биоактивные пептиды коллагена в сочетании L-карнитином, витаминами и минералами. Прием биологически активных веществ снизил на 43 % болевой синдром и улучшил подвижность суставов на 39 % [15].

В исследовании, проведенном в штате Флорида в 2019 году, испытуемые принимали коллагеновые пептиды в различных дозировках (10, 20 г/сутки) в течение 3 – 9 месяцев. Достоверно наблюдалось улучшение состояния мышц и суставов, уменьшение выраженности болевого синдрома и ментального состояния у активных людей среднего возраста [16]. Ежедневное применение коллагена 2 типа в более низкой дозировке (40 мг) также эффективно увеличивал диапазон движений коленного сустава у людей с остеоартритом и ревматоидным артритом. В исследовании отмечалось значительное улучшение сгибания коленного сустава при приеме добавки с коллагеном, которое наблюдалось уже спустя 8 недель после начала приема. Коллаген уменьшает воспаление суставов, воздействуя на ассоциированную с кишечником лимфоидную ткань, увеличивает выработку противовоспалительных цитокинов в суставах. Это помогает стимулировать восстановление хрящевой ткани [17].

Более масштабное исследование было проведено в нескольких клиниках и больницах для оценки эффективности бычьего коллагена типа J при лечении остеоартрита коленного сустава. Отбирались испытуемые с умеренно активным образом жизни и

подтвержденным диагнозом «остеоартрит» или наличием данного заболевания в анамнезе. Результаты исследования показали значительное снижение показателей по шкале боли, улучшением оценки качества жизни, во всех тестовых группах в сравнении с плацебо. Пероральный прием коллагеновых пептидов типа J уменьшает симптомы остеоартрита даже при низкой дозировке. Накопление коллагена помогает поддерживать структуру и функцию хряща и сохранять конгруэнтность суставов, уменьшать болевой синдром. Кроме того, при приеме данной биологической добавки наблюдалось снижение биомаркера разрушения хрящевой ткани - СТХ-II в плазме крови и мочи [18].

Научный интерес представляет изучение влияния применения коллагеновых пептидов у спортсменов. Так, было проведено сравнение монотерапии и комбинированной терапии с лечебной физической культурой и приемом коллагена при раннем артрите коленного сустава в условиях больницы Медицинского колледжа Кастурба, в котором приняли участие 48 спортсменов-любителей. Первая группа занималась лечебной физической культурой, вторая – принимала добавки с коллагеном, третья – получала комбинированное лечение. Было выявлено достоверное снижение уровня боли, улучшение функции коленного сустава во всех трех группах. При этом, комбинированное применение коллагена и лечебной физической культуры продемонстрировало большую эффективность в уменьшении боли, улучшение силы сгибателей и разгибателей колена – увеличением амплитуды движений в колене. Исходя из этого исследования, можно сделать вывод, что наиболее эффективной терапией при остеоартрите является использование нутрицевтиков совместно с ЛФК. Кроме того, комплексы упражнений можно применять в качестве самостоятельного метода лечения раннего артрита [19].

### ***Влияние приема хондроитинсульфата на здоровье суставов***

Хондроитинсульфат присутствует в экстрацеллюлярном матриксе соединительных тканей – включая кожу, кости, хрящи, связки, сухожилия. По химической структуре представляет собой сульфатированный гликозаминогликан. Хондроитинсульфат участвует в транспорте воды, аминокислот, липидов в аваскулярных участках хряща, что обеспечивает вязкоэластичные и механические свойства ткани [20].

Препараты, содержащие хондроитинсульфат, обладают выраженным действием на многие звенья патогенеза остеоартрита. Влияния, оказываемые на суставной хрящ – уменьшает апоптоз хондроцитов, индуцирует продукцию протеогликанов, уменьшает продукцию металлопротеаз, других протеаз – эластазы, катепсина; на кость - уменьшает резорбцию субхондральной кости [21].

Ученые выявили, что хондроитинсульфат обладает анаболическими свойствами [23] – он повышает синтез коллагена II типа, протеогликанов,

повышает синтез гиалуроновой кислоты клетками синовиальной оболочки суставов, что благоприятно сказывается на прочности, эластичности соединительной ткани, участвующей в образовании суставов и поражающейся при остеоартрите.

Как упоминалось ранее, на данный момент при лечении остеоартрита применяются НПВС. Так как у НПВС имеются достаточно серьезные побочные эффекты, было проведено двойное слепое многоцентровое исследование остеоартрита во Франции, Германии, Польше, где оценивалось лечение препаратом, содержащим хондроитинсульфат в сочетании с гидрохлоридом глюкозамина в сравнении с лечением целекоксибом. Результаты исследования показали, что эффективность применения биологических добавок, содержащих 400 мг хондроитинсульфата и 500 мг гидрохлорида глюкозамина сопоставима с приемом целекоксиба в дозировке 200 мг – наблюдалось уменьшение болевого синдрома, скованности, функциональных ограничений, улучшение качества жизни после 6 месяцев лечения. Данные фармаконутриенты действуют медленно, но обеспечивают продолжительное облегчение боли и улучшение функций при остеоартрите. В данной комбинации хондроитинсульфат увеличивает синтез коллагена, а глюкозамин подавляет высвобождение простагландинов, что обеспечивает противовоспалительный эффект [23] и предотвращает дальнейшую дегенерацию сустава. Подтверждение этому факту было представлено на мировом конгрессе 2017 года по остеопорозу, остеоартриту и скелетно-мышечным болезням. Согласно результатам исследования 3 фазы клинического исследования хондроитинсульфат, по сравнению с плацебо, оказывает значительное влияние на уменьшение боли и улучшение функции у больных с остеоартритом коленного сустава [24].

В другом исследовании, где оценивали ширину суставной щели большеберцово-бедренного сустава спустя 2 года на фоне применения монотерапии хондроитинсульфата, глюкозаминогликана и комбинированной терапии наблюдалось снижение выраженности болевого синдрома. При комбинированной терапии наблюдалось также статистически значимое снижение ширины медиального пространства большеберцово-бедренного сустава на 0,1 мм в сравнении с плацебо [25].

В одном из исследований хондроитинсульфат применялся в комбинации с магнито-лазерной терапией. Применение такой терапии показало эффективность и безопасность, уже на первом этапе длительной терапии - отмечалось развитие мощного противовоспалительного эффекта (достоверное и выраженное уменьшение СОЭ). Последующая длительная терапия закрепила стойкий обезболивающий эффект, сохраняющийся в течение трех месяцев, что демонстрирует преимущество перед стандартной терапией [26]. Данный метод лечения эффективен не только для людей, имеющих в анамнезе только остеоартрит, но и для пациентов с хронической обструктивной болезнью легких с сопутствующим ОА [27].

## Заключение

Прием коллагена увеличивает диапазон движений суставов, улучшает состояние опорно-двигательного аппарата, уменьшает дегенерацию хрящевой ткани. За счет снижения болевого синдрома положительно влияет на качество жизни пациентов. Его применение в комбинации с комплексом лечебной физкультуры также показывает эффективное улучшение состояния спортсменов. Это

достигается многоступенчатым механизмом действия коллагена: иммунно-опосредованным, за счет активации работы Т и В-лимфоцитов, выработки антител, защищающих хрящ, уменьшения продукции цитокинов, блокированию выработки аутоантител, ускоряющих дегенерацию и анаболическим – полипептидные цепи, полученные при гидролизе коллагена, улучшают регенерацию хрящевой ткани.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Олюнин Ю.А., Никишина Н.Ю.* Остеоартрит: ключевые звенья патогенеза и современные средства патогенетической терапии // Современная ревматология. 2017. Т.11. №3. С. 121-128. doi: 10.14412/1996-7012-2017-3-121-128.
2. *Саварина В.А.* Нейропатическая боль при остеоартрозе // Научные стремления. 2018. №23. С. 57-58. doi: 10.31882/2311-4711.2018.23.13.
3. *Филатова Е.С., Лида А.М.* Вклад нейрогенных механизмов в патогенез хронической суставной боли // Современная ревматология. 2021. №2. С. 43-49. doi: 10.14412/1996-7012-2021-2-43-49.
4. *Хитров Н.А.* Остеоартроз и остеоартрит – от новых взглядов на патогенез к новому названию // Медицинский совет. 2013. №4. С. 74-78. doi: 10.21518/2079-701X-2013-4-74-78.
5. *Насонова В.А.* Остеоартроз – проблема полиморбидности // Consilium Medicum. 2009. Т.11. №2. С. 5-8.
6. *Коршунов Н.И., Речкина Е.В., Филатова Ю.С., Яльцева Н.В.* Остеоартрит и депрессия // Научно-практическая ревматология. 2018. №1. С. 93-98. doi: 10.14412/1995-4484-2018-93-98.
7. *Rehman Q., Lane N.E.* Getting Control of Osteoarthritis Pain. An Update on Treatment Options // Postgrad Med. 1999 Oct 1. V.106. No.4. P. 127-34. doi: 10.3810/pgm.1999.10.1.707. PMID: 10533513.
8. *Самойлов А.С., Рылова Н.В., Симонов Р.А.* Применение PRP-терапии при остеоартрите коленного сустава в клинической и спортивной медицине: обзор литературы // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И.Бурназяна 2023. №2. С. 5–12. doi: 10.33266/2782-6430-2023-2-05-12.
9. *Яременко О.Б., Анохина Г.А., Бурьянов А.А.* Сустав. Хрящ. Коллаген // Травма. 2020. Т.21. №4. С. 6-12.
10. *Thomas D.T., Prabhakar A.J., Eapen C., et al.* Comparison of Single and Combined Treatment with Exercise Therapy and Collagen Supplementation on Early Knee Arthritis among Athletes-A Quasi-Randomized Trial // Int J Environ Res Public Health. 2023 Nov 21. V.20. No.23. P. 7088. doi: 10.3390/ijerph20237088. PMID: 38063519. PMID: PMC10706409.
11. *Carafofi F., Bihan D., Stathopoulos S., et al.* Crystallographic Insight Into Collagen Recognition by Discoidin Domain Receptor 2 // Structure. 2009 Dec 9. V.17. No.12. P. 1573-81. doi: 10.1016/j.str.2009.10.012.
12. *Vogel W.F., Abdulhussein R., Ford C.E.* Sensing Extracellular Matrix: an Update on Discoidin Domain Receptor Function // Cell Signal. 2006 Aug. V.18. No.8. P. 1108-16. doi: 10.1016/j.cell-sig.2006.02.012. Epub 2006 Feb 28.
13. *Raposo B., Dobritzsch D., Ge C., et al.* Epi-Tope-Specific Antibody Response is Controlled by Immunoglobulin V(H) Polymorphisms // J. Exp. Med. 2014 Mar. 10. V.211. No.3. P. 405-11. doi: 10.1084/jem.20130968.
14. *Громова О.А., Ториши И.Ю., Лида А.М., Шавловская О.А.* О перспективах использования неденатурированного коллагена II типа в терапии остеоартрита и других заболеваний суставов // Современная ревматология. 2022. Т.16. №4. С. 111-116.
15. *Czajka A., Kania E., Genovese L., et al.* Daily Oral Supplementation with Collagen Peptides Combined with Vitamins and other Bioactive Compounds Improves Skin Elasticity and has a Beneficial Effect on Joint and General Wellbeing // Nutrition Research. 2018. No. 57. P. 97-108. doi: 10.1016/j.nutres.2018.06.001.
16. *Kviatkovsky S.A., Hickner R.C., Cabre H.E., et al.* Collagen Peptides Supplementation Improves Function, Pain, and Physical and Mental Outcomes in Active Adults. // J Int Soc Sports Nutr. 2023 Dec. 20. No.1. P. 2243252. doi: 10.1080/15502783.2023.2243252. PMID: 37551682. PMID: PMC10411303.
17. *Schön C., Knaub K., Alt W., et al.* UC-II Undenatured Type II Collagen for Knee Joint Flexibility: a Multicenter, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study // J Integr Complement Med. 2022 Jun. V.28. No.6. P. 540-548. doi: 10.1089/jicm.2021.0365. Epub 2022 Apr 4. PMID: 35377244. PMID: PMC9232232.
18. *Devasia S., Joseph J.T., Koizumi S., et al.* Management and Amelioration of Knee Joint Osteoarthritis in Adults Using a Novel High-Functional Bovine Collagen Peptide as a Nutritional Therapy: A Double-Blind, Prospective, Multicentric, Randomized, Active and Placebo Controlled, Five-Arm, Clinical Study to Evaluate the Efficacy, Safety, and Tolerability // Cartilage. 2024 Dec. V.15. No.4. P. 363-374. doi: 10.1177/19476035231221211. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38235711. PMID: PMC11520019.
19. *Bagchi D., Misner B., Bagchi M., et al.* Effects of Orally Administered Undenatured Type II Collagen against Arthritic Inflammatory Diseases: a Mechanistic Exploration // Int J Clin Pharmacol Res. 2002. V.22. No.3-4. P. 101-10.
20. *Алексеева Л.И., Шаранова Е.П.* Хондроитин сульфат в лечении остеоартроза // Русский медицинский журнал. 2009. Т.17. №21. С. 1448-1452.
21. *Тончий Н.В.* Артрадол (хондроитин сульфат) – новое средство в лечении остеоартроза // Русский медицинский журнал. 2013. Т.21. №6. С. 313-318.
22. *Hochberg M., Chevalier X., Henrotin Y., et al.* Symptom and Structure Modification in Osteoarthritis with Pharmaceutical-Grade Chondroitin Sulfate: What's the Evidence? // Curr Med Res Opin. 2013 Mar. V.29. No.3. P. 259-67. doi: 10.1185/03007995.2012.753430. Epub 2013 Jan 31. PMID: 23186102.
23. *Hochberg M.C., Martel-Pelletier J., Monfort J., et al.* MOVES Investigation Group. Combined Chondroitin Sulfate and Glucosamine for Painful Knee Osteoarthritis: a Multicentre, Randomised, Double-Blind, Non-Inferiority Trial Versus Celecoxib // Ann Rheum Dis. 2016 Jan. V.75. No.1. P. 37-44. doi: 10.1136/annrheumdis-2014-206792. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25589511. PMID: PMC4717399.
24. *Berrie C.* Хондроитин сульфат подобен Целекоксибу в улучшении боли и функции при остеоартрите коленного сустава // Дневник казанской медицинской школы. 2017. №2. С. 148-149.
25. *Fransen M., Agalotiis M., Nairn L., et al.* LEGS Study Collaborative Group. Glucosamine and Chondroitin for Knee Osteoarthritis: a Double-Blind Randomised Placebo-Controlled Clinical Trial Evaluating Single and Combination Regimens // Ann Rheum Dis. 2015 May. V.74. No.5. P. 851-8. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-203954. Epub 2014 Jan 6. PMID: 24395557.
26. *Васильева Л.В.* Длительная терапия хондроитинсульфатом больных остеоартритом с выраженным болевым синдромом // Ранняя диагностика и современные методы лечения на этапе первичного звена здравоохранения. 2017. С. 21-27.
27. *Евстратова Е.Ф., Васильева Л.В., Никитин А.В.* Комбинированное лечение раннего остеоартрита коленных суставов у больных с коморбидной патологией: Матер. 16 международной научно-практической конференции, Северный Карлстон (США) 9-10 июля, 2018 г. // Академическая наука, проблемы и достижения. 2018. Т.1. С. 9.

## REFERENCES

- Olyunin Yu.A., Nikishina N.Yu. Osteoarthritis: Key Links in Pathogenesis and Modern Means of Pathogenetic Therapy. *Sovremennaya Revmatologiya = Modern Rheumatology Journal*. 2017;11;3:121-128 (In Russ). doi: 10.14412/1996-7012-2017-3-121-128.
- Savarina V.A. Neuropathic Pain in Osteoarthritis. *Molodezhnyy Sbornik Nauchnykh Statey «Nauchnyye Stremeniya» = Scientific Aspirations*. 2018;23:57-58 (In Russ). doi: 10.31882/2311-4711.2018.23.13.
- Filatova Ye.S., Lila A.M. Contribution of Neurogenic Mechanisms to the Pathogenesis of Chronic Joint Pain. *Sovremennaya Revmatologiya = Modern Rheumatology Journal*. 2021;2:43-49 (In Russ.). doi: 10.14412/1996-7012-2021-2-43-49.
- Khitrov N.A. Osteoarthrosis and Osteoarthritis – from New Views on Pathogenesis to a New Name. *Meditsinskiy Sovet = Medical Council*. 2013;4:74-78 (In Russ.). doi: 10.21518/2079-701X-2013-4-74-78.
- Nasonova V.A. Osteoarthrosis – the Problem of Polymorbidity. *Consilium Medicum*. 2009;11;2: 5-8 (In Russ).
- Korshunov N.I., Rechkina Ye.V., Filatova Yu.S., Yal'tseva N.V. Osteoarthritis and Depression. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Scientific and Practical Rheumatology*. 2018;1:93-98 (In Russ.). doi: 10.14412/1995-4484-2018-93-98.
- Rehman Q., Lane N.E. Getting Control of Osteoarthritis Pain. An Update on Treatment Options. *Postgrad Med*. 1999 Oct 1;106;4:127-34. doi: 10.3810/pgm.1999.10.1.707. PMID: 10533513.
- Samoylov A.S., Rylva N.V., Simonov R.A. Use of PRP Therapy for Osteoarthritis of the Knee Joint in Clinical and Sports Medicine: a Literature Review. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS im. A.I. Burnazyana = Clinical Bulletin of the A.I. Burnazyana Federal Medical and Biophysical Center*. 2023;2:5–12 (In Russ.). doi: 10.33266/2782-6430-2023-2-05-12.
- Yaremenko O.B., Anokhina G.A., Bur'yanov A.A. Joint. Cartilage. Collagen. *Travma = Trauma*. 2020;21;4:6-12 (In Russ.).
- Thomas D.T., Prabhakar A.J., Eapen C., et al. Comparison of Single and Combined Treatment with Exercise Therapy and Collagen Supplementation on Early Knee Arthritis among Athletes-A Quasi-Randomized Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Nov 21;20;23:7088. doi: 10.3390/ijerph20237088. PMID: 38063519. PMID: PMC10706409.
- Carafoli F., Bihan D., Stathopoulos S., et al. Crystallographic Insight into Collagen Recognition by Discoidin Domain Receptor 2. *Structure*. 2009 Dec 9;17;12:1573-81. doi: 10.1016/j.str.2009.10.012.
- Vogel W.F., Abdulhussein R., Ford C.E. Sensing Extracellular Matrix: an Update on Discoidin Domain Receptor Function. *Cell Signal*. 2006 Aug;18;8:1108-16. doi: 10.1016/j.cell-sig.2006.02.012. Epub 2006 Feb 28.
- Raposo B., Dobritzsch D., Ge C., et al. Epi-Tope-Specific Antibody Response is Controlled by Immunoglobulin V(H) Polymorphisms. *J. Exp. Med*. 2014 Mar. 10;211;3:405-11. doi: 10.1084/jem.20130968
- Gromova O.A., Torshin I.YU., Lila A.M., Shavlovskaya O.A. On the Prospects of Using Undenatured Type II Collagen in the Treatment of Osteoarthritis and Other Joint Diseases. *Sovremennaya Revmatologiya = Modern Rheumatology Journal*. 2022;16;4:111-116 (In Russ.).
- Czajka A., Kania E., Genovese L., et al. Daily Oral Supplementation with Collagen Peptides Combined with Vitamins and other Bioactive Compounds Improves Skin Elasticity and has a Beneficial Effect on Joint and General Wellbeing. *Nutrition Research*. 2018; 57:97-108. doi: 10.1016/j.nutres.2018.06.001.
- Kviatkovsky S.A., Hickner R.C., Cabre H.E., et al. Collagen Peptides Supplementation Improves Function, Pain, and Physical and Mental Outcomes in Active Adults. *J Int Soc Sports Nutr*. 2023 Dec. 20;1:2243252. doi: 10.1080/15502783.2023.2243252. PMID: 37551682. PMID: PMC10411303.
- Schön C., Knaub K., Alt W., et al. UC-II Undenatured Type II Collagen for Knee Joint Flexibility: a Multicenter, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study. *J Integr Complement Med*. 2022 Jun;28;6:540-548. doi: 10.1089/jicm.2021.0365. Epub 2022 Apr 4. PMID: 35377244. PMID: PMC9232232.
- Devasia S., Joseph JT., Koizumi S., et al. Management and Amelioration of Knee Joint Osteoarthritis in Adults Using a Novel High-Functional Bovine Collagen Peptide as a Nutritional Therapy: A Double-Blind, Prospective, Multicentric, Randomized, Active and Placebo Controlled, Five-Arm, Clinical Study to Evaluate the Efficacy, Safety, and Tolerability. *Cartilage*. 2024 Dec;15;4:363-374. doi: 10.1177/19476035231221211. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38235711. PMID: PMC11520019.
- Bagchi D., Misner B., Bagchi M., et al. Effects of Orally Administered Undenatured Type II Collagen against Arthritic Inflammatory Diseases: a Mechanistic Exploration. *Int J Clin Pharmacol Res*. 2002;22;3-4:101-10.
- Alekseyeva L.I., Sharapova Ye.P. Chondroitin Sulfate in the Treatment of Osteoarthritis. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal = Russian Medical Journal*. 2009;17;21:1448-1452 (In Russ.).
- Topchiy N.V. Arthrodol (Chondroitin Sulfate) – a New Remedy in the Treatment of Osteoarthritis. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal = Russian Medical Journal*. 2013;21;6:313-318 (In Russ.).
- Hochberg M., Chevalier X., Henrotin Y., et al. Symptom and Structure Modification in Osteoarthritis with Pharmaceutical-Grade Chondroitin Sulfate: What's the Evidence? *Curr Med Res Opin*. 2013 Mar;29;3:259-67. doi: 10.1185/03007995.2012.753430. Epub 2013 Jan 31. PMID: 23186102.
- Hochberg MC., Martel-Pelletier J., Monfort J., et al. MOVES Investigation Group. Combined Chondroitin Sulfate and Glucosamine for Painful Knee Osteoarthritis: a Multicentre, Randomised, Double-Blind, Non-Inferiority Trial Versus Celecoxib. *Ann Rheum Dis*. 2016 Jan;75;1:37-44. doi: 10.1136/annrheumdis-2014-206792. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25589511. PMID: PMC4717399.
- Berrie C. Chondroitin Sulfate is Similar to Celecoxib in Improving Pain and Function in Knee Osteoarthritis. *Dnevnik Kazanskoy Meditsinskoy Shkoly = Diary of the Kazan Medical School*. 2017;2:148-149 (In Russ.).
- Fransen M., Agaliotis M., Nairn L., et al. LEGS Study Collaborative Group. Glucosamine and Chondroitin for Knee Osteoarthritis: a Double-Blind Randomised Placebo-Controlled Clinical Trial Evaluating Single and Combination Regimens. *Ann Rheum Dis*. 2015 May;74;5:851-8. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-203954. Epub 2014 Jan 6. PMID: 24395557.
- Vasil'yeva L.V. Long-Term Therapy with Chondroitin Sulfate in Patients with Osteoarthritis with Severe Pain Syndrome. *Rannaya Diagnostika i Sovremennyye Metody Lecheniya na Etape Pervichnogo Zvena Zdravookhraneniya = Early Diagnostics and Modern Methods of Treatment at the Primary Health Care Stage*. 2017:21-27 (In Russ.).
- Yevstratova Ye.F., Vasil'yeva L.V., Nikitin A.V. Combined Treatment of Early Osteoarthritis of the Knee Joints in Patients with Comorbid Pathology. *Proceedings of the 16th International Scientific and Practical Conference. North Carleton (USA), July 9-10, 2018. Akademicheskaya Nauka, Problemy i Dostizheniya = Academic Science, Problems and Achievements*. 2018;1:9 (In Russ.).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 13.06.2025. Принята к публикации: 23.07.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 13.06.2025. Accepted for publication: 23.07.2025

А.И. Абдуллаева<sup>1</sup>, Ю.Д. Удалов<sup>1</sup>, Д.Ю. Акопов<sup>1</sup>, С.И. Абакаров<sup>2</sup>, В.Н. Олесова<sup>1</sup>, С.А. Абдуллаев<sup>1</sup>

## СОЧЕТАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАРОДОНТИТА

<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Министерства здравоохранения РФ, Москва

Контактное лицо: Абдуллаева Альбина Исуповна: albi.95@mail.ru

### Резюме

**Обоснование:** исследования последних лет указывают на то, что митохондриальная дисфункция участвует в патогенезе и прогрессировании пародонтита, индуцируя оксидативный стресс и воспалительные реакции. В связи с этим, в настоящее время становятся актуальными исследования, посвященные митохондриально-нацеленному терапевтическому подходу ряда воспалительных заболеваний полости рта, в том числе таких как пародонтит.

**Цель исследования:** провести оценку динамики клинических и индексных показателей состояния пародонта у пациентов при лечении хронического генерализованного пародонтита (ХГП) с использованием митохондриального стимулятора АИКАР.

**Материалы и методы:** обследование 88 больных с пародонтитом проводилось по ряду параметров: определяли клинические показатели – отёк (%), гиперемия (%), кровоточивость (%), а также индексные показатели – ОНІ-S – упрощённый индекс гигиены полости рта (Oral Hygiene Indices – Simplified), PI – интенсивность пародонтита (пародонтальный индекс), SBI – индекс кровоточивости десневой борозды, папиллярно-маргинально-альвеолярный индекс (РМА). Клинические и индексные показатели состояния пародонта у пациентов определяли до и через 7 и 14 дней, а также через 3 и 6 месяцев после лечения. Пациентов разделили на следующие группы: I группа – Метрогил дента 7 дней; II группа – Метрогил дента 7 дней + одновременно АИКАР перорально 7 дней; III группа – Метрогил дента 7 дней + продолжение 7 дней АИКАР местно; IV группа – Метрогил дента 7 дней + одновременно АИКАР перорально 7 дней + продолжение 7 дней АИКАР местно.

**Результаты:** показано, что через 7 дней лечения при использовании Метрогил дента (I группа) выявляемость клинических признаков воспаления (отёк, гиперемия и кровоточивость дёсен) снижалась до 22,7 %, 27,3 %, 27,3 % соответственно. При этом в большей степени снижение регистрировалось при использовании Метрогил дента в комбинации с АИКАР – в группе II – 13,6 %, 18,2 %, 18,2 % (p < 0,05); в группе III – 22,7 %, 22,7 %, 27,3 % (p < 0,05); в группе IV – 18,2 %, 18,2 %, 22,7 % (p < 0,05). Схожая тенденция у пациентов также наблюдалась при оценке пародонтальных индексов.

**Заключение:** на основании клинических наблюдений выявлено, что комбинированное применение препаратов Метрогил дента и АИКАР оказало более эффективное лечение пародонтита, в отличие от группы пациентов, которым применялся только Метрогил дента. Таким образом, применение традиционных препаратов в сочетании с митохондриально-направленными соединениями, снижающими окислительный стресс, может служить новым терапевтическим подходом к различным заболеваниям тканей пародонта.

**Ключевые слова:** хронический генерализованный пародонтит, пациенты, Метрогил дента, АИКАР, клинические и индексные показатели

**Для цитирования:** Абдуллаева А.И., Удалов Ю.Д., Акопов Д.Ю., Абакаров С.И., Олесова В.Н., Абдуллаев С.А. Сочетанное применение противовоспалительных и метаболитических препаратов при лечении пародонтита // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 10–15. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-10-15

A.I. Abdullaeva<sup>1</sup>, Yu. Udalov<sup>1</sup>, D.Yu. Akopov<sup>1</sup>, S.I. Abakarov<sup>2</sup>, V.N. Olesova<sup>1</sup>, S.A. Abdullaev<sup>1</sup>

## Combined Use of Anti-Inflammatory and Metabolic Drugs in the Treatment of Periodontitis

<sup>1</sup>International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education "RMANPO" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Contact person: Abdullaevav Al'bina Issupovna: albi.95@mail.ru

### Abstract

**Background:** recent studies indicate that mitochondrial dysfunction is involved in the pathogenesis and progression of periodontitis by inducing oxidative stress and inflammatory responses. In this regard, research on a mitochondrial-targeted therapeutic approach to a number of inflammatory diseases of the oral cavity, including periodontitis, is currently becoming relevant.

**Aim:** evaluate the dynamics of clinical and index indicators of periodontal condition in patients during the treatment of chronic generalized periodontitis (CGP) using the mitochondrial stimulator AICAR.

**Materials And Methods:** the examination of 88 patients with periodontitis was carried out according to a number of parameters: clinical indicators were determined - edema (in %), hyperemia (%), bleeding (%), as well as index indicators - OHI-S - simplified index of oral hygiene (Oral Hygiene Indices - Simplified), PI - periodontitis intensity (periodontal index), SBI - gingival sulcus

bleeding index, papillary-marginal-alveolar index (PMA). Clinical and index indicators of the periodontal condition in patients were determined before and after 7 and 14 days, as well as 3 and 6 months after treatment. Patients were divided into the following groups: Group I - Metrogyl denta for 7 days; Group II – Metrogyl denta for 7 days + simultaneously AICAR orally for 7 days; Group III – Metrogyl denta 7 days + continuation of 7 days of AICAR locally; Group IV – Metrogyl denta 7 days + simultaneously AICAR orally for 7 days + continuation of AICAR locally for 7 days.

**Results:** it was shown that after 7 days of treatment with Metrogyl denta (Group I), the detection of clinical signs of inflammation (swelling, hyperemia and bleeding of the gums) decreased to 22.7 %, 27.3%, 27.3 %, respectively. Moreover, the decrease was recorded to a greater extent when using Metrogyl denta in combination with AICAR - in Group II - 13.6 %, 18.2 %, 18.2 % ( $p < 0.05$ ); in Group III - 22.7 %, 22.7 %, 27.3 % ( $p < 0.05$ ); in Group IV – 18.2 %, 18.2 %, 22.7 % ( $p < 0.05$ ). A similar trend in patients was also observed when determining periodontal indices.

**Conclusions:** based on clinical observations, it was found that the combined use of Metrogyl denta and AICAR was more effective in treating periodontitis than in the group of patients who were treated with Metrogyl denta alone. Thus, the use of traditional drugs in combination with mitochondria-targeted compounds that reduce oxidative stress may serve as a new therapeutic approach to various periodontal tissue diseases.

**Keywords:** *chronic generalized periodontitis, patients, Metrogyl denta, AICAR, clinical and index indicators*

**For citation:** Abdullaeva AI, Udalov Yu D, Akopov DYu, Abakarov SI, Olesova VN, Abdullaev SA. Combined Use of Anti-Inflammatory and Metabolic Drugs in the Treatment of Periodontitis. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:10-15. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-10-15

## Обоснование

В последнее время в связи с чрезвычайной распространённостью пародонтита остаётся актуальной проблема повышения эффективности лечения заболеваний пародонта, связанная с недостаточным гигиеническим уходом за полостью рта, а также с невысокой эффективностью местных противомикробных средств [1, 2]. Поэтому продолжается поиск новых препаратов, а также новых терапевтических подходов для лечения и профилактики заболеваний пародонта.

Хроническое воспаление при пародонтите не только стимулирует пролиферацию клеток, но и подавляет апоптоз, вызывает повреждение ДНК и запускает высвобождение провоспалительных цитокинов [3].

В настоящее время появляются исследования, указывающие на то, что возникновению пародонтита и повышению риска связанных с ним системных заболеваний может способствовать митохондриальная дисфункция [4 – 8]. Митохондрии являются важнейшими органеллами для многих клеточных процессов. Нарушения функций митохондрий не только влияют на клеточный метаболизм, но также косвенно влияют на здоровье и продолжительность жизни людей. Митохондриальная дисфункция вовлечена во многие распространённые полигенные заболевания, включая сердечно-сосудистые и нейродегенеративные заболевания. Митохондриальная ДНК (мтДНК) и сами митохондрии рассматриваются как чувствительные мишени для экзогенных и эндогенных повреждающих агентов [9, 10].

Имеются соединения митохондриально-направленного действия, способные восстанавливать митохондриальные функции в тканях, а также инициировать защитные клеточные механизмы от повреждающих агентов [11 – 13]. Среди них значительный интерес представляет 5-аминоимдазол-4-карбоксамид-рибоза (АИКАР), природный аналог аденозинмонофосфата (АМФ). Несмотря на то, что

молекулярные механизмы действия АИКАР остаются не до конца изучены, известно, что это соединение обладает противовоспалительными, антиоксидантными и антиканцерогенными свойствами [14, 15]. Ранее нами было показано, что комбинированное применение препаратов Метрогил дента и АИКАР оказало более эффективное действие на снижение митохондриальной дисфункции в ткани пародонта у крыс с экспериментальным пародонтитом, в отличие от группы животных, которым применялся только Метрогил дента [16, 17]. Поэтому, исходя из ранее полученных нами результатов экспериментальных работ, мы продолжили исследования в условиях клиники.

Цель – оценить динамику клинических и индексных показателей состояния пародонта у пациентов при лечении хронического генерализованного пародонтита (ХГП) с использованием митохондриального стимулятора АИКАР.

## Материалы и методы

Обследование 88 больных с пародонтитом проводилось в ФГБУЗ «Клинический центр стоматологии ФМБА России» по ряду параметров. Средний возраст составил 42 года (42 женщины и 46 мужчин).

Пациентов разделили на следующие группы:

I группа – пациенты с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести (K05.3) с стандартным комплексом местного стоматологического лечения с использованием противомикробного препарата Метрогил дента – 7 дней (22 человека);

II группа – пациенты с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести (K05.3) с стандартным комплексом местного стоматологического лечения с использованием противомикробного препарата Метрогил дента (7 дней) и одновременным применением АИКАР перорально 7 дней (22 человека);

III группа – пациенты с генерализованным пародонтитом средней степени тяжести (K05.3) с

стандартным комплексом местного стоматологического лечения с использованием противомикробного препарата Метрогил дента (7 дней) и продолжением в течение 7 дней АИКАР местно (22 человека);

IV группа – пациенты с генерализованным пародонитом средней степени тяжести (K05.3) с стандартным комплексом местного стоматологического лечения с использованием противомикробного препарата Метрогил дента (7 дней) и одновременным применением АИКАР перорально 7 дней, а также продолжением в течение 7 дней АИКАР местно (22 человека).

Критериями исключения из исследования были: резорбция костных перегородок более, чем на  $\frac{1}{2}$ ; наличие острого воспаления пародонта; несогласие пациентов на обязательные явки для клинико-аппаратурного обследования; с наличием протяжённых дефектов зубных рядов, отказывающихся от протезирования; с зубочелюстными аномалиями; с низкой мотивацией к соблюдению гигиены рта.

Критериями включения являлись: наличие хронического генерализованного пародонтита средней степени тяжести; резорбция костных перегородок по данным ОПТГ менее  $\frac{1}{2}$ ; достаточная мотивация к соблюдению гигиены рта и наблюдению у пародонтолога; замещённые дефекты зубов и зубных рядов.

Основные методы включали в себя анализ жалоб, анамнеза, осмотр зубов и слизистой оболочки рта, зондирование, перкуссию зубов; для обследования пародонта определялась глубина пародонтальных карманов и рецессии десны с заполнением одонтопародонтограммы В.Ю. Курляндского, констатировались отёк, гиперемия и кровоточивость десны.

Дополнительные методы включали ортопантомографию на аппарате Kavo (Германия), определение стандартных пародонтальных индексов: индекс гигиены полости рта Грина-Вермильона – Oral Hygiene Index-Simplified (ОНИ-S), пародонтальный индекс Сильнесс-Лоэ – (PI), папиллярно-маргинально-альвеолярный индекс (РМА), индекс кровоточивости десневой борозды (SBI).

Гель Метрогил дента, содержащий метронидазол 1% и хлоргексидин 0,25%, наносили на поражённый участок пародонта 2 раза в день, согласно рекомендациям. АИКАР 1% в составе геля для местного нанесения применяли в виде аппликаций после чистки зубов 2 раза в день, а также в капсульной форме принимали 1 раз в день (10 мг) согласно инструкции [18].

Оценку состояния пародонта у пациентов проводили в сроки: до лечения, через 7 и 14 дней, а также 3 и 6 месяцев после лечения.

Статистическую обработку проводили с помощью программы Statistica 13 (StatSoft, США). При этом вычислялись среднее арифметическое значение (M) и стандартная ошибка среднего (m). Количественные различия данных от разных групп пациентов оценивали с использованием *t*-теста Стью-

дента и при  $p < 0.05$  ( $T > 2,0$ ) разницу считали статистически значимой.

### Результаты и обсуждение

При формировании групп клинического сравнения пациентов с хроническим генерализованным пародонитом регистрировались следующие клинические показатели: отёк и гиперемия десны встречались практически у всех обратившихся (88 человек, 100%), то же относилось и к кровоточивости десны (88 человек, 100%). У всех отмечались над- и поддесневые зубные отложения (табл. 1).

Через 7 дней после профессиональной гигиены рта и клинического и домашнего применения препарата Метрогил дента (группа I), а также в случае применения Метрогил дента в сочетании с АИКАР (группы II, III, IV) у всех больных наступало значительное улучшение состояния пародонта. Выявляемость клинических признаков воспаления (отёк, гиперемия и кровоточивость дёсен) снижалась соответственно до 22,7 %, 27,3 %, 27,3 % при использовании Метрогил дента (I группа), однако в большей степени снижение регистрировалось при использовании Метрогил дента в комбинации с АИКАР – в группе II – 13,6 %, 18,2 %, 18,2 % ( $p < 0,05$ ); в группе III – 22,7 %, 22,7 %, 27,3 % ( $p < 0,05$ ); в группе IV – 18,2 %, 18,2 %, 22,7 % ( $p < 0,05$ ).

Через 14 дней лечения показатели улучшались до значений: в группе I выявлялась кровоточивость у 9,1 % человек, а в группе II, III, IV – 4,5 %, 4,5 % и 0 % соответственно. Гиперемия дёсен наблюдалась только в группе I – 4,5% человек ( $p < 0,05$ ).

Как видно из таблицы, по прошествии полугодия у пациентов проявлялось рецидивирование воспаления в пародонте. Так, отёк, гиперемия, кровоточивость дёсен вновь проявлялись в группе I – 63,6 %, 72,7 %, 81,8 % ( $p < 0,05$ ), соответственно. Однако в случаях использования Метрогил дента в комбинации с АИКАР, отёк, гиперемия и кровоточивость дёсен составляли в группе II – 45,5 %, 50,0 %, 63,6 % ( $p < 0,05$ ); в группе III – 37,3 %, 31,8 %, 59,1 % ( $p < 0,05$ ); в группе IV – 22,7 %, 22,7 %, 31,8 % ( $p < 0,05$ ).

I – Метрогил дента 7 дней;

II – Метрогил дента 7 дней + одновременно АИКАР перорально 7 дней;

III – Метрогил дента 7 дней + продолжение 7 дней АИКАР местно;

IV – Метрогил дента 7 дней + одновременно АИКАР перорально 7 дней + продолжение 7 дней АИКАР местно

Пародонтальные индексы у пациентов до лечения составляли: индекс гигиены ОНИ-S –  $2,53 \pm 0,39$ , пародонтальный индекс PI –  $4,91 \pm 0,41$ , индекс кровоточивости SBI  $2,43 \pm 0,28$ , индекс РМА  $37,4 \pm 2,1$  (табл. 2).

Через 7 дней после лечения регистрировались изменения пародонтальных индексов: индекс

Таблица 1

Динамика клинических показателей состояния пародонта у пациентов при лечении ХГП с использованием митохондриального стимулятора АИКАР.

Dynamics of clinical indicators of periodontal condition in patients treated for CHP using the mitochondrial stimulator AIKAR

Контрольные сроки	Группы сравнения	Отёк (%)	Гиперемия (%)	Кровоточивость (%)
До лечения	Все группы	100	100	100
7 дней	I	22,7	27,3	27,3
	II	13,6	18,2	18,2
	III	22,7	22,7	27,3
	IV	18,2	18,2	22,7
14 дней	I	0	4,5	9,1
	II	0	0	4,5
	III	0	0	4,5
	IV	0	0	0
3 месяца	I	4,5	9,1	13,6
	II	0	9,1	9,1
	III	0	4,5	9,1
	IV	0	4,5	4,5
6 месяцев	I	63,6	72,7	81,8
	II	45,5	50,0	63,6
	III	37,3	31,8	59,1
	IV	22,7	22,7	31,8

Таблица 2

Динамика пародонтальных индексов состояния пародонта у пациентов при лечении ХГП с использованием митохондриального стимулятора АИКАР

Dynamics of periodontal indices of periodontal condition in patients treated for CHP using the mitochondrial stimulator AIKAR

Контрольные сроки	Группы сравнения	ОНИ-S	PI	SBI	PMA (%)
До лечения	Все группы	2,53±0,39	4,91±0,41	2,43±0,28	37,4±2,1
7 дней	I	0,48±0,38	2,19±0,41	1,2±0,26	15,6±1,8
	II	0,38±0,39	1,93±0,4	0,9±0,3	5,8±1,8
	III	0,45±0,4	2,27±0,42	1,18±0,28	16,3±1,9
	IV	0,40±0,4	1,85±0,4	0,7±0,27	6,4±2,1
14 дней	I	0,5±0,37	1,23±0,35	0,73±0,18	3,3±1,5
	II	0,48±0,4	1±0,33	0,23±0,18	2±1,4
	III	0,46±0,4	0,85±0,39	0,24±0,2	0,9±2,1
	IV	0,41±0,39	0,79±0,37	0,21±0,22	0,8±1,8
3 месяца	I	1,44±0,57	2,51±0,4	1,7±0,23	13,4±2,9
	II	1,3±0,65	1,8±0,5	0,9±0,34	9,1±2,8
	III	1,2±0,6	1,5±0,4	0,7±0,32	5,8±2,3
	IV	1±0,6	1,5±0,3	0,5±0,33	3,3±2,4
6 месяцев	I	2,49±0,43	3,63±0,41	2,11±0,39	35,2±2,3
	II	2,8±0,4	2,5±0,21	1,42±0,3	20,5±2,4
	III	2,4±0,4	2,1±0,23	1,3±0,4	18,9±2,3
	IV	2,2±0,4	1,9±0,22	1,2±0,4	17±2,2

!

гигиены ОНИ-S – в группе I составлял 0,48±0,38 ( $p>0,05$ ); в группе II – 0,38±0,39 ( $p>0,05$ ); в группе III – 0,45±0,4 ( $p>0,05$ ); в группе IV – 0,40±0,4

( $p>0,05$ ); пародонтальный индекс PI – в группе I составлял 2,19±0,41 ( $p>0,05$ ); в группе II – 1,93±0,4 ( $p>0,05$ ); в группе III – 2,27±0,42 ( $p>0,05$ ); в группе IV – 1,85±0,4 ( $p>0,05$ ); индекс кровоточивости SBI в группе I составлял 1,2±0,26 ( $p>0,05$ ); в группе II – 0,9±0,3 ( $p>0,05$ ); в группе III – 1,18±0,28 ( $p>0,05$ ); в группе IV – 0,7±0,27 ( $p>0,05$ ); индекс PMA в группе I составлял 15,6±1,8 ( $p>0,05$ ); в группе II – 5,8±1,8 ( $p>0,05$ ); в группе III – 16,3±1,9 ( $p>0,05$ ); в группе IV – 6,4±2,1 ( $p>0,05$ ).

При этом, через 14 дней лечения, по сравнению с группой I, в группах с использованием Метрогил дента в комбинации с АИКАР (II, III, IV – группы) пародонтальные индексы улучшались более выражено, особенно в максимальной степени в группе IV: ОНИ-S соответственно до 0,41±0,39 ( $p>0,05$ ); PI 0,79±0,37 ( $p<0,05$ ); SBI 0,21±0,22 ( $p<0,05$ ); PMA 0,8±1,8.

Как видно из таблицы 2, по прошествии полугода у пациентов пародонтальные индексы вновь ухудшались в группе I до 2,49±0,43 (ОНИ-S); 3,63±0,41 (PI); 2,11±0,39 (SBI); 35,2±2,3 (PMA).

При этом, по сравнению с группой I, в группах с использованием Метрогил дента в комбинации с

АИКАР (II, III, IV – группы) пародонтальные индексы были снижены, особенно в группе IV: ОНП-S  $2,2 \pm 0,4$  ( $p > 0,05$ ); PI  $1,9 \pm 0,22$  ( $p < 0,05$ ); SBI  $1,2 \pm 0,4$  ( $p < 0,05$ ); РМА  $17 \pm 2,2$  ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, исходя из полученных данных, подтверждается необходимость проведения дважды в год курсов пародонтологического лечения при ХГП средней степени тяжести. Судя по динамике клинических, пародонтологических показателей одновременное пероральное применение АИКАР в комбинации с Метрогил дента с последующим семидневным использованием данного препарата в качестве средства для местного лечения пародонтита (группа IV), является более эффективным, чем в случае, когда применяется только Метрогил дента.

Как упоминалось выше, АИКАР является соединением митохондриально-направленного действия, способным восстанавливать митохондриальные функции в тканях, а также инициировать защитные клеточные механизмы от повреждающих агентов [14, 15]. Недавно было показано, что АИКАР способен снижать окислительный стресс, подавляя продукцию активной формы кислорода (АФК), а также уровень воспалительных цитокинов в клетках [19]. Известно также, что АИКАР способствует выживанию нейронов и сохранению зрительной функции, стабилизируя уровни АТФ [20]. В настоящее время

известно, что АИКАР не только блокирует повышенную генерацию АФК в повреждённых митохондриях, но и способствует активации 5'-АМФ-активируемой протеинкиназы (АМФК) [21, 22]. Важнейшей причиной активации АМФК в условиях окислительного стресса может являться увеличение содержания АМФ и уменьшение пула молекул АТФ в результате их расхода и нарушения синтеза в митохондриях [23]. Можно предполагать, что АИКАР, активируя АМФК, стимулирует биогенез митохондрий посредством ко-активаторов PGC-1 $\alpha$ , способствует удалению посредством митофагии повреждённых или нефункциональных органелл, для восстановления здоровой популяции митохондрий в клетках [24, 25].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты наших исследований показали, что одновременное пероральное и местное применение АИКАР в комбинации с Метрогил дента, является более эффективным, чем в случае, когда применяется только Метрогил дента.

Таким образом, применение традиционных препаратов в сочетании с митохондриально-направленными соединениями, снижающими окислительный стресс в клетках, может служить новым терапевтическим подходом к различным заболеваниям пародонта.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

- Herrera D., Matesanz P., Martín C., et al. Adjunctive Effect of Locally Delivered Antimicrobials in Periodontitis Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Periodontol.* 2020;47:239-256. Doi: 10.1111/jcpe.13230.
- Korniichuk O., Humeniuk V., Isakova O., et al. Analysis of the Effectiveness of Periodontitis Treatment using Antimicrobial Agents. *Int J Stats Med Res.* 2023;12:257-265. Doi: 10.6000/1929-6029.2023.12.30.
- Farhad S.Z., Karbalaehasanesfahani A., Dadgar E., et al. The Role of Periodontitis in Cancer Development, with a Focus on Oral Cancers. *Mol Biol Rep.* 2024;51:814. Doi: 10.1007/s11033-024-09737-6.
- Dong Z., Wu L., Hong H. Mitochondrial Dysfunction in the Pathogenesis and Treatment of Oral Inflammatory Diseases. *Int J Mol Sci.* 2023;24:15483. Doi:10.3390/ijms242015483.
- Jiang W., Wang Y., Cao Z., et al. The Role of Mitochondrial Dysfunction in Periodontitis: from Mechanisms to Therapeutic Strategy. *J Periodontol Res.* 2023;8;5:853-863. Doi: 10.1111/jre.13152.
- Deng Y., Xiao J., Ma L., et al. Mitochondrial Dysfunction in Periodontitis and Associated Systemic Diseases: Implications for Pathomechanisms and Therapeutic Strategies. *Int J Mol Sci.* 2024;25;2:1024. Doi: 10.3390/ijms25021024.
- Абдуллаева А.И., Олесова В.Н., Акопов Д.Ю., Абдуллаев С.А. Выявление структурно-функциональных нарушений в митохондриях тканей пародонта в условиях экспериментальной модели пародонтита // Российский стоматологический журнал. 2024. Т. 28. №5. С. 452-461 [Abdullayeva A.I., Olesova V.N., Akopov D.Yu., Abdullayev S.A. Identification of Structural and Functional Disorders in the Mitochondria of Periodontal Tissues in an Experimental Model of Periodontitis. *Rossiyskiy Stomatologicheskii Zhurnal = Russian Journal of Dentistry.* 2024;28;5:452-461 (In Russ)]. Doi: 10.17816/dent6329372024.
- Абдуллаева А.И., Олесова В.Н., Акопов Д.Ю., Олесов Е.Е., Абдуллаев С.А. Роль митохондриальной дисфункции в патогенезе и лечении воспалительных заболеваний полости рта // Российский стоматологический журнал. 2024. Т.28. №6. С. 612–623 [Abdullayeva A.I., Olesova V.N., Akopov D.Yu., Abdullayev S.A. The Role of Mitochondrial Dysfunction in the Pathogenesis and Treatment of Inflammatory Diseases of the Oral Cavity. *Rossiyskiy Stomatologicheskii Zhurnal = Russian Journal of Dentistry.* 2024;28;6:612–623 (In Russ)]. Doi: 10.17816/dent632944.
- Rong Z., Tu P., Xu P., et al. The Mitochondrial Response to DNA Damage. *Front Cell Dev Biol.* 2021;9:669379. Doi: 10.3389/fcell.2021.669379.
- Averbeck D., Rodriguez-Lafrasse C. Role of Mitochondria in Radiation Responses: Epigenetic, Metabolic, and Signaling Impacts. *Int J Mol Sci.* 2021;22:11047. Doi: 10.3390/ijms222011047.
- Abdullayev S.A., Glukhov S.I., Gaziev A.I. Radioprotective and Radiomitigative Effects of Melatonin in Tissues with Different Proliferative Activity. *Antioxidants (Basel).* 2021;10;12: 1885. Doi: 10.3390/antiox10121885.
- Abdullayev S.A., Glukhov S.I., Gaziev A.I. Melatonin Reduces Radiation Damage to the Spleen and Increases Survival when Administered before and after the Exposure of Mice to X-ray Radiation. *Biol Bull Russ Acad Sci.* 2023;50:3069-3076. Doi: 10.1134/S1062359023110018.
- Upadhyay S., Kumar P. Mitochondrial Targeted Antioxidants as Potential Therapy for Huntington's Disease. *Pharmacol Rep.* 2024;76:693-713. Doi: 10.1007/s43440-024-00619-z.
- Tripathi V., Jaiswal P., Assaiya A., et al. Anti-Cancer Effects of 5-Aminoimidazole-4-Carboxamide-1-Beta-d-Ribofuranoside (Aicar) on Triple-Negative Breast Cancer (TNBC) Cells: Mitochondrial Modulation as an Underlying Mechanism. *Curr Cancer Drug Targets.* 2022;22;3:245-256. Doi: 10.2174/1568009622666220207101212.
- Wu Y., Duan X., Gao Z., et al. Aicar Attenuates Postoperative Abdominal Adhesion Formation by Inhibiting Oxidative Stress and Promoting Mesothelial Cell Repair. *PLoS One.* 2022;17;9:e0272928. Doi: 10.1371/journal.pone.0272928.
- Абдуллаева А.И., Акопов Д.Ю., Махнева И.С., Каирбеков Р.Д., Абдуллаев С.А. Нарушение и коррекция функций митохондрий в патогенезе различных заболеваний полости рта: Учебное пособие для врачей-стоматологов. М.: ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2024. 40 с. [Abdullayeva A.I., Akopov D.Yu., Makhneva I.S., Kairbekov R.D., Abdullayev S.A. *Narusheniye i Korrektsiya Funktsiy Mitokhondriy v Patogeneze Razlichnykh Zabolevaniy Polosti Rta = Violation and Correction of Mitochondrial Functions in the Pathogenesis of Various Diseases of the Oral Cavity.* A textbook for Dentists. Moscow, FMBTS Im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii Publ., 2024. 40 p. (In Russ.)]. ISBN 978-5-93064-301-5. EDN BGICIU.
- Абдуллаева А.И., Олесова В.Н., Акопов Д.Ю., Абдуллаев С.А. Коррекция митохондриальной дисфункции при комбинированном при-

- менении препаратов метрогил и аикар в экспериментальной модели пародонтита. // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. 2024. №4. С. 64-70 [Abdullayeva A.I., Olesova V.N., Akopov D.Yu., Abdullayev S.A. Correction of Mitochondrial Dysfunction with the Combined Use of Metrogyl and Aicar in an Experimental Model of Periodontitis. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS Im. A.I. Burnazyana* = Clinical Bulletin of the FMBC Named After A.I. Burnazyana. 2024;4:64-70 (In Russ.)]. Doi: 10.33266/2782-6430-2024-4-64-70.
18. Абдуллаева А.И., Акопов Д.Ю., Абдуллаев С.А., Олесова В.Н. Композиции и формы митохондриально-направленных соединений для лечения заболеваний пародонта: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620038 Российская Федерация. №2024625805: заявл. 03.12.2024; опубл. 10.01.2025 / заявитель ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России. М., 2024 [Abdullayeva A.I., Akopov D.Yu., Abdullayev S.A., Olesova V.N. *Kompozitsii i Formy Mitokhondrial'no-Napravlennykh Soyedineniy dlya Lecheniya Zabolevaniy Parodonta* = Compositions and Forms of Mitochondria-Targeted Compounds for the Treatment of Periodontal Diseases. Certificate of State Registration of the Database 2025620038 Russian Federation. 2024625805. Declared. 03.12.2024. Published. 10.01.2025. Applicant FMBTS im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii, Moscow Publ., 2024 (In Russ.)]. EDN PWWGOL.
19. Fu L.Y, Yang Y., Tian H., et al. Central Administration of AICAR Attenuates Hypertension Via AMPK/Nrf2 Pathway in the Hypothalamic Paraventricular Nucleus of Hypertensive Rats. *Eur J Pharmacol.* 2024;974:176373. Doi: 10.1016/j.ejphar.2024.176373.
20. Kawashima H., Ozawa Y., Toda E., et al. Neuroprotective and Vision-Protective Effect of Preserving ATP Levels by AMPK Activator. *FASEB J.* 2020;34;4:5016-5026. Doi: 10.1096/fj.201902387RR.
21. Pyla R., Hartney T.J., Segar L. AICAR Promotes Endothelium-Independent Vasorelaxation by Activating AMP-Activated Protein Kinase Via Increased ZMP and Decreased ATP/ADP Ratio in Aortic Smooth Muscle. *J Basic Clin Physiol Pharmacol.* 2022;33;6:759-768. Doi: 10.1515/jbcpp-2021-0308.
22. Sanli T., Steinberg G.R., Singh G., Tsakiridis T. AMP-Activated Protein Kinase (AMPK) beyond Metabolism: a Novel Genomic Stress Sensor Participating in the DNA Damage Response Pathway. *Cancer Biol Ther.* 2014;15;2:156-169. Doi: 10.4161/cbt.26726.
23. Hinkle J.S., Rivera C.N., Vaughan R.A. AICAR Stimulates Mitochondrial Biogenesis and BCAA Catabolic Enzyme Expression in C2C12 Myotubes. *Biochimie.* 2022;195:77-85. Doi: 10.1016/j.biochi.2021.11.004.
24. Dombi E., Mortiboys H., Poulton J. Modulating Mitophagy in Mitochondrial Disease. *Curr Med Chem.* 2018;25;40:5597-5612. Doi: 10.2174/0929867324666170616101741.
25. Yamano K., Matsuda N., Tanaka K. The Ubiquitin Signal and Autophagy: an Orchestrated Dance Leading to Mitochondrial Degradation. *EMBO Rep.* 2016;17;3:300-316. Doi: 10.15252/embr.201541486.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 12.08.2025. **Принята к публикации:** 25.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 12.08.2025. **Accepted for publication:** 25.09.2025

Е.М. Ковалева, С.В. Горнов, Н.В. Рылова

## ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЛОВЦОВ

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

### Резюме

Функциональная диагностика в современном спорте является ключевым инструментом оценки состояния спортсмена и эффективности тренировочного процесса. В плавании особую актуальность приобретает вопрос сопоставимости показателей, полученных в водной среде и на суше. Исследование показало, что классические методы тестирования, применяемые в других видах спорта, не могут в полной мере отразить специфику плавания и особенности работы организма спортсмена в водной среде. Существенное влияние на физиологические показатели пловцов оказывают гидростатическое давление, измененное действие силы тяжести, сопротивление воды и горизонтальное положение тела. Наиболее информативными методами оценки функционального состояния пловцов являются плавательные тесты в бассейне и методики с применением портативных газоанализаторов. Экспериментальное исследование на спортсменке-любительнице, специализирующейся на плавании на средние дистанции, продемонстрировало значительные различия в показателях при тренировках на суше и в воде. Результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к оценке тренированности пловцов, сочетающего специфические для плавания методы тестирования и общепринятые методики с обязательной коррекцией на особенности данного вида спорта. Это позволит более точно оценивать тренировочный процесс и корректировать программу подготовки спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей и специфики водной среды.

**Ключевые слова:** функциональная диагностика, спортивное плавание, велоэргометрия, газоанализ, максимальное потребление кислорода

**Для цитирования:** Ковалева Е.М., Рылова Н.В. Особенности функциональной диагностики пловцов// Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 16–23. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-16-23

E.M. Kovaleva, S.V. Gornov., N.V. Rylova

## Features of Functional Diagnostics of Swimmers

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Rylova Natal'ya Victorovna: rilovanv@mail.ru

### Abstract

Functional diagnostics in modern sports is a key tool for assessing an athlete's condition and the effectiveness of the training process. In swimming, the issue of comparability of indicators obtained in the aquatic environment and on land is of particular relevance. The study showed that classical testing methods used in other sports cannot fully reflect the specifics of swimming and the specifics of the athlete's body in the aquatic environment. Hydrostatic pressure, the altered effect of gravity, water resistance and the horizontal position of the body have a significant impact on the physiological parameters of swimmers. The most informative methods for assessing the functional state of swimmers are swimming tests in the pool and techniques using portable gas analyzers. An experimental study on an amateur athlete specializing in middle-distance swimming demonstrated significant differences in performance when training on land and in water. The results confirm the need for an integrated approach to assessing swimmers' fitness, combining swimming-specific testing methods and generally accepted techniques with mandatory adjustments to the specifics of this sport. This will make it possible to more accurately evaluate the training process and adjust the athletes' training program, taking into account their individual characteristics and the specifics of the aquatic environment.

**Keywords:** functional diagnostics, sports swimming, bicycle ergometry, gas analysis, maximum oxygen consumption

**For citation:** Kovaleva E.M., Rylova N.V. Features of Functional Diagnostics of Swimmers. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:16-23. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-16-23

### Введение

В современном спорте высших достижений функциональная диагностика занимает одно из центральных мест в системе подготовки атлетов. Она выступает как ключевой инструмент оценки состояния спортсмена, эффективности тренировоч-

ного процесса и прогнозирования спортивных результатов, позволяя получить объективные данные о функциональном состоянии организма атлета.

Функциональная диагностика в спорте представляет собой комплексную систему исследований, направленных на оценку состояния различных систем

организма спортсмена: сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, нервной и других. Особое значение при этом имеет определение уровня физической работоспособности, выносливости, скоростно-силовых качеств и других важных показателей, влияющих на спортивный результат. В основе функциональной диагностики лежит принцип комплексного подхода к оценке состояния спортсмена. Это подразумевает использование различных методов исследования, включая лабораторные анализы, инструментальные измерения, функциональные пробы и тесты. При этом важно учитывать специфику конкретного вида спорта, так как различные дисциплины предъявляют особые требования к организму спортсмена и формируют специфические адаптационные изменения.

Особую актуальность функциональная диагностика приобретает в видах спорта, характеризующихся специфическими условиями деятельности, к которым относится плавание. Водная среда создает уникальные условия для функционирования организма спортсмена, существенно отличающиеся от наземной деятельности. Важнейшим аспектом функциональной диагностики в спорте является необходимость учета индивидуальных особенностей спортсмена. Каждый атлет имеет свой уникальный уровень тренированности, особенности адаптации к нагрузкам и потенциал к развитию. Поэтому при проведении исследований важно учитывать не только общие показатели, но и динамику изменений индивидуальных характеристик спортсмена в процессе подготовки.

В современных условиях функциональная диагностика активно развивается в направлении создания более точных и информативных методов оценки состояния спортсменов. Особое внимание уделяется разработке специальных протоколов тестирования, учитывающих специфику различных видов спорта, а также совершенствованию методик интерпретации полученных результатов. Это позволяет получать более достоверную информацию о функциональном состоянии спортсмена и обеспечивать более качественную подготовку к соревнованиям. Комплексный подход к функциональной диагностике в спорте включает не только оценку текущего состояния спортсмена, но и мониторинг динамики его развития в процессе тренировочного цикла. Это позволяет своевременно выявлять признаки переутомления, перенапряжения или недостаточной нагрузки, корректировать тренировочный процесс и обеспечивать оптимальное соотношение между нагрузками и восстановлением. При проведении функциональной диагностики в плавании особое значение приобретает вопрос сопоставимости показателей, полученных в условиях водной среды и на суше. Существующие методики, разработанные для других видов спорта, не всегда могут адекватно отразить специфику работы организма пловца. Это создает потребность в разработке и внедрении комплексных подходов к оценке функционального состояния спортсменов, учитывающих особенности их специфической деятельности.

Таким образом, функциональная диагностика в современном спорте представляет собой сложную

многоуровневую систему оценки состояния спортсмена, требующую учета множества факторов: от индивидуальных особенностей организма до специфики конкретного вида спорта. Развитие методов функциональной диагностики и совершенствование подходов к интерпретации полученных данных является одним из ключевых направлений в повышении эффективности спортивной подготовки и достижении высоких результатов в соревнованиях.

### **Цель исследования**

Цель исследования заключается в проведении комплексного анализа и сравнительной оценки различных методов функциональной диагностики пловцов для определения наиболее точных и информативных способов оценки их функционального состояния. Исследование направлено на изучение влияния специфических условий водной среды на результаты тестирования, анализ существующих методов диагностики, включая специфические (плавание с тросом, портативные газоанализаторы) и неспецифические (велоэргометрия, беговая дорожка, ручной эргометр) нагрузки, а также выявление их преимуществ и недостатков.

### **Материалы и методы**

Стратегия поиска для обзора литературы за период с 2010 по 2025 гг. в WebofScience, PubMed, e-Library, GoogleSchool, основывалась на комбинации терминов, относящихся к теме исследования, например, велоэргометрия, функциональная диагностика, спортивное плавание, газоанализ.

### **Результаты**

Определение и трактовка показателей функциональной диагностики пловцов требует обязательного учитывания специфических условий данного вида спорта. Осуществление работы в другой среде – в водной – влечет за собой ряд отличительных особенностей, влияющих на тестируемые показатели основных физиологических систем, таких как сердечно-сосудистая и дыхательная. В частности, к данным специфичным условиям плавательных тренировок будут относиться изменение действия силы гравитации, сопротивление воды, теплоемкость воды, горизонтальное положение тела, иное перераспределение нагрузки на мышечные группы. Для корректной интерпретации результатов функциональной диагностики необходимо опираться на ключевые положения спортивной физиологии, учитывающие уникальные адаптационные механизмы пловцов, т.к. стандартные критерии оценки, применяемые в других видах спорта, могут привести к ошибочным выводам. [2, 7, 11].

Плотность воды в 775 раз выше плотности воздуха, тем не менее, при погружении в воду тело человека оказывается под воздействием гидростатического давления, испытывая на себе измененное действие «потопляющей» силы тяжести и одновременно выталкивающей силы. С одной стороны, в условиях гидростатической невесомости водная среда оказывает положительный эффект на организм

за счет снижения веса тела и, соответственно, снижения нагрузки на опорно-двигательный аппарат и увеличения подвижности сегментов тела, с другой стороны, повышенная плотность среды приводит к необходимости преодоления в воде в динамических условиях большего сопротивления, чем при тренировках на суше. При движении в воде образуются области повышенного и пониженного давления – впереди и позади тела пловца соответственно. Так, данное гидродинамическое сопротивление будет обуславливать большее вовлечение в работу мышц группы пояса верхней конечности и корпуса. Кроме того, будут увеличиваться энергозатраты за счет мышечной работы, направленной не столько на удержание тела в определенном положении, сколько на преодоление сопротивления при движении. Соответственно, для реализации движущей силы, складываемой из подъемной силы и силы сопротивления, расход энергии при плавании будет в 5-10 раз больше, чем при беге с той же скоростью. [7, 12].

Важно также учитывать, что на показатели, связанные с работой дыхательной и сердечно-сосудистой систем особое влияние будет оказывать давление воды на грудную клетку. Данный фактор затрудняет дыхательную экскурсию и в сочетании с зависимостью дыхания от ритма гребковых движений приводит к реализации работы в условиях относительной гиповентиляции. Это, в свою очередь, будет обуславливать меньшие показатели при плавании частоты дыхательных движений. Тем не менее, показатель насыщения артериальной крови кислородом при плавании будет соответствовать значениям, регистрируемым в обычных условиях, например, при беге. [5,7,11].

Показатели деятельности сердечно-сосудистой системы – такие как частота сердечных сокращений и сердечный выброс – находятся в прямой линейной зависимости от показателя потребления кислорода во время тренировки. Однако здесь важно отметить, что на частоту сердечных сокращений будет также существенно влиять температура воды. Снижение температуры воды будет приводить к уменьшению частоты сердечных сокращений, однако будет увеличивать сердечный выброс. Кроме того, увеличение сердечного выброса будет также связано с усиленным венозным возвратом, т.к. горизонтальное положение тела и условия гидростатической невесомости создают благоприятные условия для большего заполнения сердца во время диастолы. [11, 12]

Как уже отмечалось ранее, выбор метода тестирования функциональных показателей пловцов и интерпретация полученных данных является актуальной проблемой. Неоднозначным остается и вопрос соотношения  $VO_{2max}$ , как одного из основных показателей качества комплексного функционирования систем организма, при плавании и при нагрузке на суше. В части представленных исследований показатель максимального потребления кислорода при тестировании на беговой дорожке или велоэргометре больше, чем при плавании [5, 12, 19, 20]. Ряд исследований, наоборот, демонстрируют, что максимальное потребление кислорода во

время плавания выше [17, 21, 22, 25]. Во многом, сложность однозначной оценки связана с тем, что стандартные протоколы нагрузки на велоэргометре или на тредмиле не адаптированы для тестирования пловцов, а также то, что на уровень максимального потребления кислорода на суше существенное влияние оказывает квалификация пловца, не только его специальная, но и общая тренированность.

Одним из основных и важных принципов функциональной диагностики является обеспечение сопоставимости, специфичности «лабораторной» нагрузки по отношению к тренировочной. В связи с этим условием, наиболее оптимально для оценки и диагностики пловцов проведение исследований непосредственно в бассейне. Так, для оценки специальной подготовленности Всероссийская федерация плавания в методическом руководстве по диагностике и оценке подготовленности пловцов рекомендует комплекс плавательных тестов, которая проводится в разные периоды большого тренировочного цикла и нацелена на определение тренированности различных механизмов энергообеспечения, что реализуется за счет работы в строго регламентированных пульсовых зонах. Тем не менее, оценка результатов данных тестов базируется исключительно на среднем времени проплывания заданных отрезков и не позволяет получить более детальных сведений о реакциях организма на осуществляемую нагрузку. [1, 10]

Диагностическая значимость в определении процессов энергообеспечения следующего теста более высока, т.к. определение аэробного и анаэробного порогов в нем строится на показателях лактата сыворотки крови. В тесте со ступенчатым увеличением интенсивности плавания пловцу предлагается проплыть по 4 серии из нескольких повторений. Каждая серия рассчитана на плавание с заданной скоростью, которая определяется по частоте сердечных сокращений. [1]

После завершения каждой плавательной серии спортсмену дается время на отдых. На третьей минуте восстановления проводится забор крови на определение уровня лактата. При этом в каждой серии фиксируется среднее время, затрачиваемое на дистанцию каждого повторения. На основании зависимости между концентрациями лактата и скоростью плавания строится лактатная кривая. Аэробный порог отмечается в среднем при концентрации лактата 2 ммоль/л, анаэробный – 4 ммоль/л. По данному графику проводится определение скоростей на аэробном и анаэробном пороге и делается заключение о развитости специальной выносливости спортсмена.

**Таблица 1**  
**Тест со ступенчатым увеличением интенсивности плавания**  
**Step-by-Step Swimming Intensity Test Test results during the training process**

Серия и повторение	Пульсовая зона (за 10 секунд)	Серия и повторение	Пульсовая зона (за 10 секунд)
<i>Пловцы-спринтеры</i>		<i>Пловцы-стайеры</i>	
4x100 м	PS=22-24"	2x200 м	PS=22-24"
2x100 м	PS=25-26"	2x200 м	PS=25-26"
2x100 м	PS=26-28"	2x200 м	PS=26-28"
2x100 м	PS=29-30"	2x200 м	PS=29-30"

Существенным недостатком данного теста является то, что его результаты могут быть полезны только при динамической оценке изменения показателей в рамках тренировочного процесса. [1].

Проведение диагностики с учетом специфической нагрузки может быть реализовано при применении портативного газоанализатора. Данное оборудование позволяет проводить оценку комплексной деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем – в том числе определять дыхательный коэффициент и максимальное потребление кислорода – непосредственно во время плавания, что является несомненным преимуществом при оценке специальной подготовленности пловцов. Так, сопоставимость данных о показателях аэробного и анаэробного порогов, полученных при использовании портативного газоанализатора, с данными велоэргометрии в рамках 95 % доверительного интервала была показана в работе С. Baldari (2012). R. Zacca (2023) также продемонстрировал, что использование современных портативных газоанализаторов обеспечивает точные, стабильные и воспроизводимые функциональные показатели. Тем не менее, этот метод сложен для применения в рутинной практике проведения функциональной диагностики спортсменов, например, в рамках прохождения углубленного медицинского обследования. Тем не менее, применение газоанализа в функциональной диагностике пловцов с целью определения дыхательного коэффициента ставится под сомнение Авдиенко В.Б. и соавторами в методическом пособии, т.к. наступление анаэробного порога по концентрации лактата в крови совпадало с данным показателем по дыхательному коэффициенту (1,0) лишь в 5-8 % случаев. [1, 13, 18, 23, 27].

В результатах исследования, проведенного Китига Ю. и соавторами (1990), представляется вариант тестирования пловцов с применением специального «имитатора плавания» - наклонной скамьи, позволяющей выполнять круговые движения руками на специальном тренажере и одновременным ударом ногой. Для имитации сопротивления воды удары ногой выполнялись с использованием тренировочного эластичного жгута. Основным сравниваемым показателем в рамках функциональной диагностики было максимальное потребление кислорода. Сравнение тестирования на «имитаторе плавания» с плаванием с тросом показало, что при первом методе был достигнут 91% от максимального потребления кислорода, полученного при непосредственно плавании. Кроме того, в данном исследовании с плаванием с тросом также сравнивали бег на дорожке, велоэргометрию и просто выполнение круговых движений руками. Результаты после бега и велоэргометрии были значительно выше (на 11 %), чем при плавании, а после движения руками – ниже (на 37 %). Основываясь на представленных процентных показателях, можно сделать вывод о том, что описанный метод «имитации плавания» можно использовать для функциональной диагностики пловцов в лабораторных условиях. Данное исследование наглядно демонстрирует важность баланса между практичностью и специфичностью диагностических

тестов, что во многом будет отображаться в современных работах [19].

Подтверждает отчасти заданный тезис и более поздний систематический обзор Cortesi M. (2019). Результаты при использовании эргометра для имитации плавания в лабораторных условиях были ниже, чем при плавании вольным стилем. Данное соотношение связывали с тем, что подобные устройства хоть и позволяют воссоздать движения, похожие на плавательные, не учитывают искаженное действие физических сил в водной среде, что, соответственно, приводит к включению в работу на суше меньшего числа мышечных групп. Кроме того, положение корпуса на эргометре существенно отличается от такового в воде, что будет по-иному влиять на экскурсию грудной клетки и показатели работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Еще одним значимым тезисом, выдвигаемым в данном обзоре, является то, что при оценке функциональных показателей на суше обязательно необходимо включать возможность осуществлять при тестировании движения ногами, т.к. это способствует приближению результатов к регистрируемым при плавании. [16].

Использование эргометров для имитации плавания ставится под сомнение в исследовании De Naan M (2024). В данной работе проводилось сравнение показателей максимального потребления кислорода по результатам тестирования в формате плавания с тросом, выполнения сгибания рук и с использованием «плавательного» эргометра и велоэргометра. Так, наиболее низкие показатели максимального потребления кислорода были зафиксированы при сгибании рук и имитации плавания на эргометре. Плавание с тросом дало сопоставимые результаты с велоэргометром, что позволяет рассматривать последний как валидный метод тестирования пловцов в лабораторных условиях. [17].

Неэффективность тестирования только посредством включения в работу верхних конечностей, в частности, с помощью ручного эргометра, подтверждается во многих работах. Так, Maglischo E. (2003) в своем систематическом обзоре демонстрирует, что в большинстве проведенных исследований, где показатели плавания в полной координации сравнивались с результатами ручного эргометра, последний метод не позволял добиться сопоставимости значений максимального потребления кислорода. Да, активность мышц верхней части тела на эргометрах схожа с плаванием, но вовлечение корпуса и ног при данном виде нагрузочного тестирования на 20–30 % ниже. [21, 24, 26].

Из различных вариантов эргометров наиболее распространенными и доступными для проведения нагрузочного тестирования спортсменам различных видов спорта являются беговая дорожка и велоэргометр. Так, по приказу Минздрава России от 23.10.2020 №1144ндл для плавания рекомендовано проведение эргометрии на тредмиле газоанализом по протоколу ступенчато-возрастающей нагрузки. Для нагрузочной пробы на тредмиле разработаны варианты протокола ступенчатой нагрузки, которые могут применяться,

в том числе, и для пловцов [9], но они все равно не являются адаптированными для данного вида спорта. Один из вариантов такого нагрузочного тестирования пловцов на тредмиле по протоколу с повышающейся нагрузкой включает двухминутную разминку, тестовую нагрузку с динамикой возрастания 1 км/ч вмин, начиная с 7 км/ч и двухминутную заминку. Важно отметить, что при тестировании на тредбане пловцы демонстрируют более высокие абсолютные значения максимального потребления кислорода и потребления кислорода на уровне вентиляционных порогов по сравнению с бегунами. Это объясняется большей массой тела пловцов. Однако при пересчете этих показателей с учетом массы тела разница между группами практически исчезает. Кроме того, по времени достижения максимального потребления кислорода был сделан вывод о том, что у пловцов эффективность бега при данных условиях составляет 79%, что отчасти и подтверждает неточность нагрузочного тестирования на беговой дорожке в данном виде спорта.[4, 6, 8, 9, 15].

Что касается использования тестирования с помощью велоэргометров, то из-за гидродинамического сопротивления и особенностей дыхания в воде для этого метода также характерна тенденция к искажению показателя максимального потребления кислорода в сторону его занижения. Так, в исследовании В. Roels при оценке функциональных показателей у триатлетов были зафиксированы более высокие показатели после теста на велоэргометре (68 мл/кг/мин против 53 мл/кг/мин), а у пловцов результаты велоэргометрии были ниже по сравнению с плаванием в полной координации (58,4 мл/кг/мин против 51,3 мл/кг/мин). Кроме того, максимальная частота сердечных сокращений при велоэргометрии больше примерно на 10 уд/мин. И хотя велоэргометрия не является специфическим нагрузочным тестированием для пловцов, как и тредмил, но все же является относительно стабильным методом, который позволяет получить точные количественные данные в контролируемых условиях. Одним из основных протоколов, применяемых в рамках функциональной диагностики с помощью велоэргометра, является Ramp-протокол. Суть данных протоколов заключается в постоянно увеличивающейся нагрузке на 5 Вт каждые 10 секунд (Ramp-30) или 7 секунд (Ramp-40) при стартовой нагрузке в 5 Вт. Так, использование велоэргометрии по Ramp-протоколам может быть альтернативой специфическому нагрузочному тестированию для ватерполистов. Что же касается спортивного плавания, в работе Дас А. и соавторов (2019) комплексное тестирование пловцов включало работу как на велоэргометре, так и на ручном эргометре. Так, велоэргометрическое нагрузочное тестирование осуществлялось по Ramp-протоколу с непрерывным увеличением мощности на 1 Вт за 1,5 секунды. И хотя данное исследование не проводит анализ результатов лабораторного тестирования непосредственно с плаванием, автор демонстрирует более высокие значения результатов велоэргометрии по сравнению с ручным эргометром. Тем не менее, при комбинации с ручным эргометром велоэргометрия

может быть полезным диагностическим инструментом в межсезонье, в то время как плавательные тесты могут дать адекватную оценку соревновательной готовности атлета. [3, 9, 14, 25].

Для решения вопроса о спорных аспектах соотношения показателей тренировок на суше и в бассейне был проведен эксперимент, цель которого заключалась в оценке динамических изменений показателя максимального потребления кислорода, времени наступления аэробного и анаэробного порогов, а также мощностных показателей. В исследовании принимала участие спортсменка-любитель, специализирующаяся на плавании на средние дистанции (400 м) вольным стилем. Для организации исследования был разработан специальный тренировочный план. Весь период исследования был разделен на два этапа. Первый этап – тренировка аэробных систем энергообеспечения на суше, второй этап – «аэробные» тренировки в бассейне. В течение обоих этапов также 3 раза в неделю проводились функциональные тренировки по общей физической подготовке. Тестирование показателей функциональной диагностики проводилось с использованием велоэргометра Physiomed V-ergo PRO 3 раза – на входе (перед началом тренировочного плана), после периода тренировок на суше и спустя 2 недели тренировок в бассейне (промежуточное тестирование в течение второго периода для оценки вектора изменения показателей). При диагностике был использован протокол Ramp-30, тестирование проводилось до отказа.

По результатам нагрузочного тестирования на входе был зафиксирован уровень максимального потребления кислорода на пиковой нагрузке (08:28 мин) равный 32,90 мл/мин/кг. Время наступления аэробного порога составило 03:08 минут. Время наступления анаэробного порога – 05:56 минут. Для определения максимальной частоты сердечных сокращений была использована формула:  $220 - (\text{возраст})$ . Полученное значение составило 196 ударов в минуту. При проведении функционального тестирования на пиковой нагрузке частота сердечных сокращений составила 182 уд/мин, на выходе на аэробный и анаэробный пороги – 117 и 151 уд/мин. Зафиксированная пиковая мощность равнялась 245 Вт, мощности на аэробном и анаэробном пороге – 100 Вт и 190 Вт соответственно.

В рамках первого этапа в течение трех недель по 3 раза в неделю проводились тренировки с использованием беговой дорожки Matrix MX-T3x. Работа на дорожке осуществлялась на скорости 5,5 км/ч и с углом наклона 15 градусов. Время тренировки составляло не менее 45 минут. При этом обязательным условием являлось поддержание в процессе активности заданного диапазона сердечных сокращений от 146 до 165 уд/мин.

При повторном тестировании было отмечено увеличение времени выхода на анаэробный порог 06:17 мин, времени достижения пиковой нагрузки – 09:13 мин, максимального потребления кислорода – 35,01 мл/мин/кг, а также мощностных показателей – 295 Вт на пиковой нагрузке, 110 и 205 Вт на аэробном и анаэробном порогах. Время выхода на аэробный

порог осталось без изменений – 03:07 мин. Что касается частоты сердечных сокращений, то достижение пиковой нагрузки было связано с регистрацией меньшего показателя ЧСС – 177 уд/мин. Однако на аэробном и анаэробном порогах частота сердечных сокращений была выше, чем при входном тестировании – 128 и 160 уд/мин, что говорит о некотором ухудшении ответа сердечно-сосудистой системы на тренировки и тестирующую нагрузку.

Плавательные тренировки проводились в бассейне с длиной дорожки 25 м. Как и на первом этапе длительность тренировки составляла не менее 45 минут. Скорость плавания регламентировалась перерасчитанным пульсовым диапазоном. Перед началом второго тестирования был проведен тест на определение максимального показателя ЧСС, для чего спортсменка преодолевала с максимально возможной для себя скоростью дистанцию 50 м. Зафиксированное значение составило 177 уд/мин. Соответственно, тренировочный пульсовый диапазон был в пределах от 132 до 150 уд/мин.

По результатам промежуточного тестирования в рамках второго этапа было отмечено снижение времени выхода на аэробный (02:57 мин) и анаэробный (05:09 мин) пороги по сравнению как с предыдущим, так и с входным тестированием. Время достижения пиковой нагрузки было снижено относительно результата первого этапа, но не входного тестирования – 08:35 мин. Данные показатели могут свидетельствовать о некотором ухудшении аэробной производительности. Максимальная частота сердечных сокращений соответствует полученным при входном тестировании, однако показатели на порогах ниже – 127 и 145 уд/мин, что демонстрирует улучшение тренированности по сравнению с итогами первого этапа. На пиковой нагрузке было зафиксировано снижение мощностных показателей – до 265 Вт. Что касается максимального потребления кислорода, то было отмечено его увеличение до 36,62 мл/кг/мин. Представленные данные раздельной динамической оценки показателей функционального состояния свидетельствуют о том, что классический применяемый протокол тестирования на велоэргометре не позволяет получить истинные сведения о тренированности спортсмена без учета

особенностей вида спорта. В частности, снижение мощности пиковой нагрузки после второго этапа эксперимента может быть связано с тем, что во время плавательных тренировок действительно происходит большее вовлечение в работу мышц верхних конечностей и корпуса. Увеличение времени достижения анаэробного порога на первом этапе (с 05:56 до 06:17 мин), но его снижение на втором (до 05:09 мин), может свидетельствовать о перераспределении энергообеспечения в пользу анаэробных систем при плавании у данной спортсменки. Кроме того, увеличение максимального потребления кислорода в рамках промежуточного тестирования во время плавательных тренировок всего на 0,5 мл/кг/мин уступает разнице между  $VO_{2max}$  после тренировок на беговой дорожке и входным тестированием, что может прогнозировать в итоге большие показатели максимального потребления кислорода по окончании второго этапа.

### Заключение

Проведенное исследование функциональной диагностики пловцов показало, что классические методы тестирования, применяемые в других видах спорта, не могут в полной мере отразить специфику плавания и особенности работы организма спортсмена в водной среде. Существенное влияние на физиологические показатели пловцов оказывают такие факторы как гидростатическое давление, измененное действие силы тяжести, сопротивление воды и горизонтальное положение тела. Эти особенности требуют особого подхода к оценке функционального состояния пловцов и интерпретации полученных результатов.

Экспериментальное исследование, проведенное на спортсменке-любительнице, специализирующейся на плавании на средние дистанции, наглядно продемонстрировало различия в показателях при тренировках на суше и в воде. Было выявлено, что время достижения анаэробного порога, показатели максимального потребления кислорода и мощности существенно варьируются в зависимости от среды тренировки. При этом увеличение максимального потребления кислорода после плавательных тренировок оказалось менее значительным по сравнению

Таблица 2

Результаты тестирований в рамках тренировочного процесса  
Test results during the training process

Показатель	Входное тестирование	Тестирование после 1го этапа	Тестирование после 2го этапа
Аэробный порог (мин)	03:08	04:00	02:57
Анаэробный порог (мин)	05:56	06:21	05:09
Пиковая нагрузка (мин)	08:28	09:13	08:35
ЧСС АП (уд/мин)	117	134	127
ЧСС ПАНО (уд/мин)	151	162	145
ЧСС пик (уд/мин)	182	177	183
$VO_{2/Kg}$ АП (мл/мин/кг)	18,48	21,38	15,95
$VO_{2/Kg}$ ПАНО (мл/мин/кг)	27,08	30,04	22,66
МПК (мл/мин/кг)	32,90	35,01	36,62
Дыхательный коэффициент	1,37	1,29	1,26
Мощность АП (Вт)	100	135	100
Мощность ПАНО (Вт)	190	205	165
Мощность пиковая (Вт)	245	295	265



Рисунок. Примеры пульсовой кривой в отчете о тренировке на беговой дорожке (слева) и в бассейне (справа)  
Figure. Examples of heart rate curves in a treadmill workout report (left) and a pool workout report (right)

с тренировками на беговой дорожке, что указывает на необходимость комплексного подхода к оценке тренированности пловцов.

Результаты исследования подтверждают, что для получения достоверных данных о функциональном состоянии пловцов необходимо использовать специфические для плавания методы тестирования. Наиболее информативными являются плавательные тесты в бассейне, а также современные методики с применением портативных газоанализаторов, позволяющие оценивать комплексную деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем непосредственно во время плавания. При этом важно учитывать, что показатели, полученные при тести-

ровании на суше (велоэргометрия, тредмил), могут существенно отличаться от результатов специфических плавательных тестов.

Таким образом, для эффективной оценки функционального состояния пловцов необходим комплексный подход, сочетающий как специфические для плавания методы тестирования, так и общепринятые методики с обязательной коррекцией на особенности данного вида спорта. Это позволит более точно оценивать тренировочный процесс, определять эффективность применяемых нагрузок и корректировать программу подготовки спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей и специфики водной среды.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Авдиенко В.Б., Солопов И.Н., Дубич И.А., Комаров Д.В. Диагностика и оценка подготовленности пловцов. М.: Всероссийская федерация плавания, 2022. 152 с.
- Булакова Н.Ж. Плавание: Учебник для вузов. М.: Физкультура и спорт, 2001. 400 с.
- Дас А., Горелов А.Н., Захарова А.В., Мехдиева К.Р. Комплексное тестирование высококвалифицированных пловцов // Физическая культура и спорт: наука, образование, технологии: Матер. Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, Челябинск, 12 апреля 2019 г. Челябинск: Уральский государственный университет физической культуры, 2019. С. 30-33.
- Даутова А.З., Мавлиев Ф.А., Дрожжецкий Д.А., Зверев А.А., Назаренко А.С. Оценка функционального состояния организма высококвалифицированных пловцов на основе анализа корреляций и динамики показателей морфологического состава крови после нагрузочного тестирования // Спортивная медицина: наука и практика. 2024. Т.14. №2. С. 24-33.
- Коц Я.М. Спортивная физиология: Учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт, 1986. 239 с.
- Мавлиев Ф.А., Орлов А.В., Болтиков Ю.В., Назаренко А.С. Особенности аэробной работоспособности спортсменов в условиях неспецифического тестирования // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. 2017. №3. С. 111-115.
- Платонов В.Н. Спортивное плавание: путь к успеху / Под общ. ред. В.Н.Платонова. М.: Советский спорт, 2012. 480 с.
- Об утверждении Положения о Всероссийских спортивных соревнованиях: приказ Министерства спорта Российской Федерации от 09.06.2017 г. №1144. Электронный ресурс: <http://pravo.gov.ru> (Дата обращения 17.04.2025).
- Разинкин С.М., Самойлов А.С. Избранные лекции по спортивной медицине: Монография. Т.1. Лекции 1–10. М.: ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, 2022. 382 с.
- Фомиченко Т.Г., Бганцева И.В., Авдиенко В.Б., Солопов И.Н. Дифференцированная диагностика и оценка специальной физической и функциональной подготовленности пловцов на разных этапах многолетней спортивной подготовки // Вестник спортивной науки. 2024. №6. С. 16-21.
- Хорькова А.С., Адилев В.О. Некоторые физиологические изменения в организме при плавании и его оздоровительное значение // Вестник Югорского государственного университета. 2016. Т.1. №40. 209-212.
- Усманова В.Н., Орлов А.В., Шамгунова Г.М., Фомина Е.Б. Плавание. Специфические особенности воздействия на физиологические функции организма. Казань: КФУ, 2015. 30 с.
- Baldari C., Fernandes R.J., Meucci M., Ribeiro J., Vilas-Boas J.P., Guidetti L. Is the New AquaTrainer® Snorkel Valid for VO2 Assessment in Swimming? // Int J Sports Med. 2013. Apr. V.34. No.4. P. 336-44.
- Barrero A., Chaverri D., Erola P., Iglesias X., Rodríguez F. Intensity Profile during an Ultra-endurance Triathlon in Relation to Testing and Performance // Int J Sports Med. 2014. V.35. No.11. P. 935-41.
- Corry I., Powers N. Maximal Aerobic Power Measurement in Run-

- ners and Swimmers // Br J Sports Med. 1982. Sep. V.16. No.3. P. 154-60.
16. Cortesi M., Gatta G., Swaine I., Zamparo P., Konstantaki M. Laboratory-Based Ergometry for Swimmers: a Narrative Review // J Sports Med Phys Fitness. 2019. V.59. No.1. P. 11-21.
  17. de Haan M., Van der Zwaard S., Schreven S., Beek P.J., Jaspers R. Determining V O<sub>2</sub>max in Competitive Swimmers: Comparing the Validity and Reliability of Cycling, arm Cranking, Ergometer Swimming, and Tethered Swimming // J Sci Med Sport. 2024. V.27. No.7. P. 499-506.
  18. Gayda M., Bosquet L., Juneau M., Guiraud T., Lambert J., Nigam A. Comparison of Gas Exchange Data Using the Aquatrainer System and the Facemask with Cosmed K4b2 during Exercise in Healthy Subjects // Eur J Appl Physiol. 2010. May. V.109. No.2. P. 191-9.
  19. Kimura Y., Yeater R.A., Martin R.B. Simulated Swimming: a Useful Tool for Evaluation the VO<sub>2</sub> Max of Swimmers in the Laboratory // Br J Sports Med. 1990. Sep. V.24. No.3. P. 201-6.
  20. Maconyte V., Stasiule L., Juodsnukis A., Zuoziene I.J., Stasiulis A. Aerobic Capacity in Swimming, Cycling and Arm Cranking in Swimmers Aged 11-13 Years // BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024. Oct 1. V.16. No.1. P.208.
  21. Maglischo E.W. Swimming Fastest. Champaign: Human Kinetics, 2003. 791 p.
  22. Obert P., Falgairrette G., Bedu M., Coudert J. Bioenergetic Charac-

## REFERENCES

1. Avdiyenko V.B., Solopov I.N., Dubich I.A., Komarov D.V. *Diagnostika i Otsenka Podgotovlennosti Plovtsov* = Diagnostics and Assessment of Swimmers' Preparedness. Moscow, Vserossiyskaya Federatsiya Plavaniya Publ., 2022. 152 p. (In Russ.).
2. Bulgakova N.Zh. *Plavaniye* = Swimming. Textbook for Universities. Moscow, Fizkul'tura i Sport Publ., 2001. 400 p. (In Russ.).
3. Das A., Gorelov A.N., Zakharova A.V., Mekhdiyeva K.R. Comprehensive Testing of Highly Qualified Swimmers. *Fizicheskaya Kul'tura i Sport: Nauka, Obrazovaniye, Tekhnologii* = Physical Education and Sport: Science, Education, Technology. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Master's Students. Chelyabinsk, April 12, 2019. Chelyabinsk, Ural'skiy Gosudarstvennyy Universitet Fizicheskoy Kul'tury Publ., 2019. P. 30-33 (In Russ.).
4. Dautova A.Z., Mavliyev F.A., Drozhetskiy D.A., Zverev A.A., Nazarenko A.S. Evaluation of the Functional State of the Body of Highly Qualified Swimmers Based on the Analysis of Correlations and Dynamics of Blood Morphological Composition Indicators after Stress Testing. *Sportivnaya Meditsina: Nauka i Praktika* = Sports Medicine: Research and Practice. 2024;14;2:24-33 (In Russ.).
5. Kots Ya.M. *Sportivnaya Fiziologiya* = Sports Physiology. Textbook for Physical Education Institutes. Moscow, Fizkul'tura i Sport Publ., 1986. 239 p. (In Russ.).
6. Mavliyev F.A., Orlov A.V., Boltikov Yu.V., Nazarenko A.S. Features of Aerobic Performance of Athletes under Non-Specific Testing Conditions. *Izvestiya Tul'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Fizicheskaya Kul'tura. Sport.* = Bulletin of Tula State University. Physical Education. Sport. 2017;3:111-115 (In Russ.).
7. Platonov V.N. *Sportivnoye Plavaniye: Put' k Uspekhu* = Competitive Swimming: the Path to Success. Ed. V.N. Platonov. Moscow, Sovetskiy Sport Publ., 2012. 480 p. (In Russ.).
8. On Approval of the Regulation on All-Russian Sports Competitions. Order of the Ministry of Sports of the Russian Federation dated 06/09/2017 No. 1144 (In Russ.). URL: <http://pravo.gov.ru> (Date Accessed: 04/17/2025)
9. Razinkin S.M., Samoylov A.S. *Izbrannyye Lektsii po Sportivnoy Meditsine* = Selected Lectures on Sports Medicine. Monograph. V.1. Lectures 1-10. Moscow, FMBTS im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii Publ., 2022. 382 p. (In Russ.).
10. Fomichenko T.G., Bgantseva I.V., Avdiyenko V.B., Solopov I.N. Differentiated Diagnostics and Assessment of Special Physical and Functional Fitness of Swimmers at Different Stages of Long-Term Sports Training. *Vestnik Sportivnoy Nauki* = Sports Science Bulletin. 2024;6:16-21 (In Russ.).
11. Khor'kova A.S., Adilev V.O. Some Physiological Changes in the Body during Swimming and its Health-Improving Value. *Vestnik Yugorskogo Gosudarstvennogo Universiteta* = Bulletin of the Yugra State University. 2016;1;40:209-212 (In Russ.).
12. Usmanova V.N., Orlov A.V., Shamgunova G.M., Fomina Ye.B. *Plavaniye. Spetsificheskiye Osobennosti Vozdeystviya na Fiziologicheskkiye Funktsii Organizma* = Swimming. Specific Features of the Impact on the Physiological Functions of the Body. Kazan, Kazanskiy Federal'nyy Uni-

- versitet Publ., 2015. 30 p. (In Russ.).
13. Baldari C., Fernandes R.J., Meucci M., Ribeiro J., Vilas-Boas J.P., Guidetti L. Is the New AquaTrainer® Snorkel Valid for VO<sub>2</sub> Assessment in Swimming? Int J Sports Med. 2013 Apr;34:4:336-44.
14. Barrero A., Chaverri D., Erola P., Iglesias X., Rodriguez F. Intensity Profile during an Ultra-endurance Triathlon in Relation to Testing and Performance. Int J Sports Med. 2014;35;11:935-41.
15. Corry I., Powers N. Maximal Aerobic Power Measurement in Runners and Swimmers. Br J Sports Med. 1982;Sep;16;3:154-60.
16. Cortesi M., Gatta G., Swaine I., Zamparo P., Konstantaki M. Laboratory-Based Ergometry for Swimmers: a Narrative Review. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59;1:11-21.
17. de Haan M., Van der Zwaard S., Schreven S., Beek P.J., Jaspers R. Determining V O<sub>2</sub>max in Competitive Swimmers: Comparing the Validity and Reliability of Cycling, arm Cranking, Ergometer Swimming, and Tethered Swimming. J Sci Med Sport. 2024;27;7:499-506.
18. Gayda M., Bosquet L., Juneau M., Guiraud T., Lambert J., Nigam A. Comparison of Gas Exchange Data using the Aquatrainer System and the Facemask with Cosmed K4b2 during Exercise in Healthy Subjects. Eur J Appl Physiol. 2010 May;109;2:191-9.
19. Kimura Y., Yeater R.A., Martin R.B. Simulated Swimming: a Useful Tool for Evaluation the VO<sub>2</sub> Max of Swimmers in the Laboratory. Br J Sports Med. 1990 Sep;24;3:201-6.
20. Maconyte V., Stasiule L., Juodsnukis A., Zuoziene I.J., Stasiulis A. Aerobic Capacity in Swimming, Cycling and Arm Cranking in Swimmers Aged 11-13 Years. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024 Oct 1;16;1:208.
21. Maglischo E.W. Swimming Fastest. Champaign. Human Kinetics, 2003. 791 p.
22. Obert P., Falgairrette G., Bedu M., Coudert J. Bioenergetic Characteristics of Swimmers Determined during an Arm-Ergometer Test and during Swimming. Int J Sports Med. 1992 May;13;4:298-303.
23. Reis V.M., Marinho D.A., Policarpo F.B., Carneiro A.L., Baldari C., Silva A.J. Examining the Accumulated Oxygen Deficit Method in front Crawl Swimming. Int J Sports Med. 2010 Jun;31;6:421-7.
24. Ribeiro J., Figueiredo P., Sousa A., et al. V O<sub>2</sub> Kinetics and Metabolic Contributions during Full and Upper Body Extreme Swimming Intensity. European Journal of Applied Physiology. 2015;115:1117-1124.
25. Roels B., Schmitt L., Libicz S., Bentley D., Richalet J.P., Millet G. Specificity of V O<sub>2</sub> Max and the Ventilatory Threshold in Free Swimming and Cycle Ergometry: Comparison between Triathletes and Swimmers. British Journal of Sports Medicine. 2005;12:39.
26. Vaneckova J., Kabešová H. Comparison of Muscle Activity during Swimming and on the Biokinetic Simulator. Physical Activity Review. 2022;10:107-118.
27. Zacca R., de Souza Castro F.A., Monteiro A.S. Pyne D.B., Vilas-Boas J.P., Fernandes R.J. Swimming with the COSMED AquaTrainer and K5 Wearable Metabolic System in Breath-by-Breath Mode: Accuracy, Precision, and Repeatability. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2023;18;10:1152-1160.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 28.06.2025. **Принята к публикации:** 30.07.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 28.06.2025. **Accepted for publication:** 30.07.2025

Л.В. Калинина

## СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТУБЕРКУЛЕЗНОГО САНАТОРИЯ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Туберкулезный санаторий  
«Голубая бухта» Минздрава России», Геленджик

Контактное лицо: Калинина Людмила Васильевна: ivanovagolubayabuhta@yandex.ru

### Резюме

В настоящей статье представлена концепция разработки индивидуальной программы реабилитационного лечения пациентов, больных туберкулезом в условиях специализированного санатория. Внедряемая в стране концепция 4П медицины предусматривает индивидуализируемый подход к каждому пациенту при каждом его обращении за медицинской помощью. Концепция включает в себя все варианты профилактических, лечебных и реабилитационных мероприятий при любых заболеваниях и патологических состояниях. Реализация концепции в условиях фтизиатрической службы – это создание эффективной индивидуализированной модели траектории лечения и реабилитации пациентов с различными вариантами туберкулезной инфекции, протекающей, как правило, с «букетом» сопутствующих патологий. Под траекторией понимался объективный научно обоснованный комплекс лечебно-реабилитационных действий, позволяющий при существующем ресурсном обеспечении в условиях полиморбидности выходить на конструирование адекватной и эффективной терапии. Для построения модели реабилитации пациентов использовалась система поддержки принятия врачебных решения, разработанная с применением технологий машинного обучения.

**Цель:** на реальных данных туберкулезного санатория оценить возможность создания индивидуальной программы реабилитации пациентов в условиях полиморбидности с помощью методов машинного обучения.

**Материалы и методы:** когорта пациентов в количестве 450 человек, прошедших III этап реабилитации в условиях туберкулезного специализированного санатория. Для построения модели реабилитации пациентов использовалась система поддержки принятия врачебных решения, разработанная с применением технологий машинного обучения.

**Результаты:** на основании входящих параметров пациентов, результатов лабораторно-инструментальных методов исследования удалось сформировать индивидуальную модель реабилитации пациентов с помощью системы поддержки принятия врачебных решений, построенную на основе методов машинного обучения.

**Вывод:** актуальные вопросы организации реабилитационной помощи пациентам с туберкулезом требуют дальнейшего изучения и улучшения. Разработанная автоматизированная система поддержки принятия врачебных решений, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволила дифференцировать какие из назначенных в условиях полиморбидности процедур дают максимальный оздоровительный эффект.

**Ключевые слова:** реабилитация больных туберкулезом, машинное обучение, санаторно-курортное лечение, туберкулезный санаторий

**Для цитирования:** Калинина Л.В. Специфика организации реабилитационных мероприятий в условиях специализированного туберкулезного санатория //Клинический вестник ФМБЦим. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 24–30. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-24-30

DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-24-30

L.V. Kalinina

## Specifics of Organizing Rehabilitation Measures in a Specialized Tuberculosis Sanatorium

Federal State Budgetary Institution "Tuberculosis Sanatorium 'Golubaya Bukhta' of the Ministry of Health of Russia",  
Gelendzhik, Russian Federation

Contact person: Kalinina Lyudmila Vasilievna: ivanovagolubayabuhta@yandex.ru

### Abstract

**Relevance:** this article presents the concept of developing an individual program of rehabilitation treatment for patients with tuberculosis in a specialized sanatorium. The 4P-medicine concept being implemented in the country provides for an individualized approach to each patient at each of his visits for medical care. The concept includes all options for preventive, therapeutic and rehabilitation measures for any diseases and pathological conditions. The implementation of the concept in the phthisiatric service is the creation of an effective individualized model of the trajectory of treatment and rehabilitation of patients with various variants of tuberculosis infection, which usually occurs with a "bouquet" of concomitant pathologies. The trajectory was understood as an objective, scientifically based complex of treatment and rehabilitation actions, which, with the existing resource provision in conditions of polymorbidity, allows us to reach the construction of adequate and effective therapy. A medical decision support system developed using machine learning technologies was used to build a model for the rehabilitation of patients.

**Aim:** to evaluate the possibility of creating an individual rehabilitation program for patients in conditions of polymorbidity using machine learning methods based on real data from a tuberculosis sanatorium.

**Materials and methods:** materials and methods. A cohort of patients in the amount of 450 people who underwent the III stage of rehabilitation in a tuberculosis specialized sanatorium. To build a model for the rehabilitation of patients, a medical decision support system developed using machine learning technologies was used.

**Result:** based on the incoming parameters of patients, the results of laboratory and instrumental research methods, it was possible to form an individual model of rehabilitation of patients using a medical decision support system built on the basis of machine learning methods.

**Conclusion:** topical issues of organizing rehabilitation care for patients with tuberculosis require further study and improvement. The developed automated medical decision support system, based on artificial intelligence technologies, made it possible to differentiate which of the procedures prescribed in conditions of polymorbidity have the maximum health-improving effect.

**Keywords:** *rehabilitation of tuberculosis patients, machine learning, sanatorium treatment, tuberculosis sanatorium*

**For citation:** Kalinina LV. Specifics of Organizing Rehabilitation Measures in a Specialized Tuberculosis Sanatorium. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:24-30. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-24-30

## Введение

Санаторно-курортное лечение является важным этапом в организации медицинской реабилитации больных туберкулезом [1]. Использование естественных и реформированных лечебных факторов, кумысолечения, физиотерапии, лечебного питания и активного двигательного режима позволяет повысить эффективность лечения и ускорить процесс реабилитации пациентов [2]. В санатории принято направлять пациентов после окончания интенсивной фазы основного курса лечения для проведения фазы продолжения основного курса в условиях строгой контролируемости терапии, а также после хирургического вмешательства по поводу туберкулеза различных локализаций [3]. Моделью конечного результата санаторного лечения взрослых больных является затихание туберкулезного процесса, увеличения эффекта от стационарного лечения, восстановления нарушенных функций организма и трудоспособности. С целью повышения эффективности комплексного лечения пациентов применяется патогенетическая терапия, которая реализуется посредством применения методов, воздействующих не на возбудителя заболевания (микобактерию туберкулеза), а на состояние различных систем организма пациента. [4] Лечебные физические факторы, оказывают поливалентное воздействие создавая возможность коррекции последствий основного заболевания и сопутствующей патологии, что оказывает существенное влияние на эффективность лечения больных туберкулезом. [5] Многообразие немедикаментозных способов лечения, вошедших в клиническую практику достаточно давно и применяемых в условиях противотуберкулезных санаториев, требует оценки эффективности на основе методов доказательной медицины [6]. В условиях внедрения современной концепции здравоохранения «Медицина 4П», составляющими которого являются персонализация (индивидуальный подход к каждому пациенту), предикция (выявление предрасположенности к развитию заболеваний), превентивность (предотвращение появления заболеваний) и партисипативность (мотивированное участия пациента), особую значимость приобретает возможность построения индивидуальных траекторий реабилитации больных туберкулезом на основании математического анализа эффективности последовательного и сочетанного применения ранее известных и новых методов специфического физического воздействия на ор-

ганизм. Помощь в решении данного вопроса может оказать применение методов машинного обучения (МО) для назначения лечебных процедур. Речь в данном случае идет не о замене медицинских работников электронно-вычислительными машинами, а о создании эффективных систем поддержки принятия клинических решений на основе обобщения опыта предшествующих поколений с целью помощи действующим сотрудникам медицинских организаций. Достижения в области искусственного интеллекта и машинного обучения могут сыграть центральную роль в принятии клинических решений при реабилитации, диагностике функциональных нарушений, разработке, совершенствовании существующих протоколов и создании персонализированных программ реабилитации. применение технологий искусственного интеллекта повышает качество медицинской помощи [7]. Найденные нами в публикациях упоминания о применении методов машинного обучения при реабилитации пациентов с различными заболеваниями встречаются в контексте контроля процесса лечения, а не организации процесса санаторно-курортного лечения и назначения процедур [8]. Современная медицинская диагностика, лечение или реабилитация пациентов выходят на совершенно новый уровень благодаря внедрения в клиническую практику инструментов искусственного интеллекта [7].

Целью исследования было на реальных данных туберкулезного санатория оценить возможность создания индивидуальной программы реабилитации пациентов в условиях полиморбизма с помощью методов машинного обучения.

## Материалы и методы

Для создания современной модели траектории реабилитации в условиях специализированного туберкулезного санатория объектом изучения избрана когорта из 450 пациентов, поступивших на реабилитацию после перенесенного туберкулеза, завершающих основной курс терапии или получающих профилактические курсы химиотерапии. Мужчин в когорте было 193 человека (средний возраст 48,8 года) и 257 женщин (средний возраст 48,9 года).

Все включенные в группу исследования персоны имели прямое отношение к туберкулезной инфекции, а варианты ее представлены в таблице.

Таблица

**Варианты проявления туберкулезной инфекции**  
**Manifestations of tuberculosis**

Вариант проявления туберкулезной инфекции	Абсолютный показатель	% от общего числа
Завершение основного курса химиотерапии	206	45,7
Реабилитация после оперативного лечения по поводу туберкулеза	42	9,3
Крупные остаточные изменения после перенесенного туберкулеза	202	44,8
Состояние после рецидива туберкулеза	31	6,8
Противорецидивное лечение	67	14,8
Сложные жизненные обстоятельства	42	9,3
Сочетанная патология: туберкулез + ВИЧ-инфекция	36	8
Всего	450	100

За единицу исследования принят случай лечения-реабилитации, на каждого пациента оформлена персональная анкета, включающая в себя 211 формализованных характеристик, содержащих паспортные, социальные и медицинские позиции в прошлом и настоящем.

Оцифрованная информация анкет введена в компьютерную базу данных для математического анализа. Массив обработанной информации составил 94 950 единиц анализа и обработок по одной из технологий искусственного интеллекта обучению по прецедентам. Данная технология дает новые знания о событии (в данном случае реабилитации на старте и финише), позволяет объективно характеризовать вектор динамики события (улучшение, стабилизация, ухудшение), при этом выявляя, на фоне каких лечебно-оздоровительных действий произошли позитивные или негативные сдвиги. Знание содержания сдвигов здоровья и стоящих за этим причин будет поводом для введения соответствующих управляющих решений: расширение применения эффективных технологий либо изъятие из практики устаревших и неэффективных методов реабилитации.

Существенное влияние на портрет пациента специализированного туберкулезного санатория оказывали сопутствующие заболевания, при этом почти никогда не удавалось точно детализировать время развития основного заболевания туберкулезом и того, что называют сопутствующей патологией: на каждого из 450 человек отобранной когорты приходилось по 3,1 случаев заболевания или патологического состояния, требовавших дополнительного обследования, расширения дифференцированной диагностики и организации соответствующих лечебно-реабилитационных мероприятий.

Применяемые в практике санатория реабилитационные мероприятия, включающие в себя 104 вида лечебных процедур и их сочетаний, пациентам с полиморбизмом, исключают возможность оценить эффективность или неэффективность каждой из назначенных и проведенных процедур. Врач не имеет возможности вербализовать, какая или какие процедуры привели к ожидаемому эффекту, а какие нет. Невозможность в подобных ситуациях разработать индивидуализированную модель реабилитации человека привела к необходимости изучить, какие и сколько из ряда назначенных процедур влияют на окончатель-

ный клинический эффект реабилитации, путем оценки динамики ряда категориальных и количественных признаков здоровья или нездоровья пациента с использованием технологий машинного обучения.

Средняя длительность пребывания пациента в санатории равняется в среднем 35 койко-дням, что исключает получение исчерпывающей информации о человеке в условиях учреждения, где основной задачей является реабилитация и санаторно-курортное лечение, а система подготовки документации пациентов по месту жительства не всегда удовлетворительна и существенно влияет на организацию реабилитации.

В когорте каждому из пациентов (N = 450) назначалось от 1 до 18 процедур реабилитации, мода составила 6 процедур на 1 пациента. Из доступных для применения в условиях санатория 104 процедур реабилитации, 31 применялись наиболее часто в различных сочетаниях. Учитывая большое количество возможных вариантов сочетания процедур проведен анализ результатов их применения с использованием ЭВМ. Для изучения реально встречающихся вариантов сочетаний процедур реабилитации и результативности каждого из них осуществлялся ввод информации о пациенте, применяемых процедурах реабилитации и результатах их применения в поля электронных таблиц в формате MS Excel, которые анализировались с применением нейросети, обучаемой с наставником, роль которого выполняли врачи-специалисты с большим опытом работы. С помощью математического анализа отобранные наиболее подходящие методы подбора процедур реабилитации для включения их в систему поддержки принятия решений. На основе найденных решающих правил построена компьютерная система в виде электронных таблиц MS Excel. Основываясь на результатах обобщения формализованного и оцифрованного опыта назначений реабилитации, в системе были воспроизведены в цифровом виде стандартные шаги принятия решения при назначении процедур реабилитации. Для обучения системы в таблицы вводились исходные данные пациента из базы исследования с заведомо известным планом реабилитации и результатами лечения, после чего на основании разработанных решающих правил запускался процесс отбора процедур реабилитации, с учетом их сочетаемости и

последовательности применения, для составления и предложения вариантов индивидуального плана реабилитации. Система выдавала результат в виде перечня-классификатора, выявленных вариантов сочетаний процедур и измеренные значения результативности каждого из них.

**Результаты**

На основании входящих параметров пациентов, результатов лабораторно-инструментальных методов исследования удалось сформировать индивидуальную модель реабилитации пациентов с помощью системы поддержки принятия врачебных решений, построенную на основе методов машинного обучения.

В результате исследования проведена экспертная оценка динамики отдельных категориальных и количественных признаков: категориальные – движение данных рентгенологических признаков, психоэмоционального состояния пациентов и динамика признаков системной воспалительной реакции; ко-

личественные – биохимический портрет пациентов, изменение массы тела и жизненной емкости легких.

На рисунке в визуализированном виде представлены абсолютные и относительные величины, характеризующие наличие или отсутствие динамики вышеперечисленных признаков динамики рентгенологических признаков туберкулеза не было у 93,5% оздоровившихся лиц. Вышеизложенное связано прежде всего с тем, что пациенты уже получили необходимую специфическую терапию и признаков туберкулеза в активных фазах у них нет. Чрезвычайно объемный и сложный признак «психоэмоциональное состояние» вписывается в понятие «здоровье», предложенное экспертами Всемирной организации здравоохранения, характеризующееся отсутствием болезней, психическим, физическим и социальным благополучием человека. В реальной жизни этот признак описывает позитивное отношение человека к миру и происходящим в нем событиям. Анализ траектории лечебно-оздоровительных

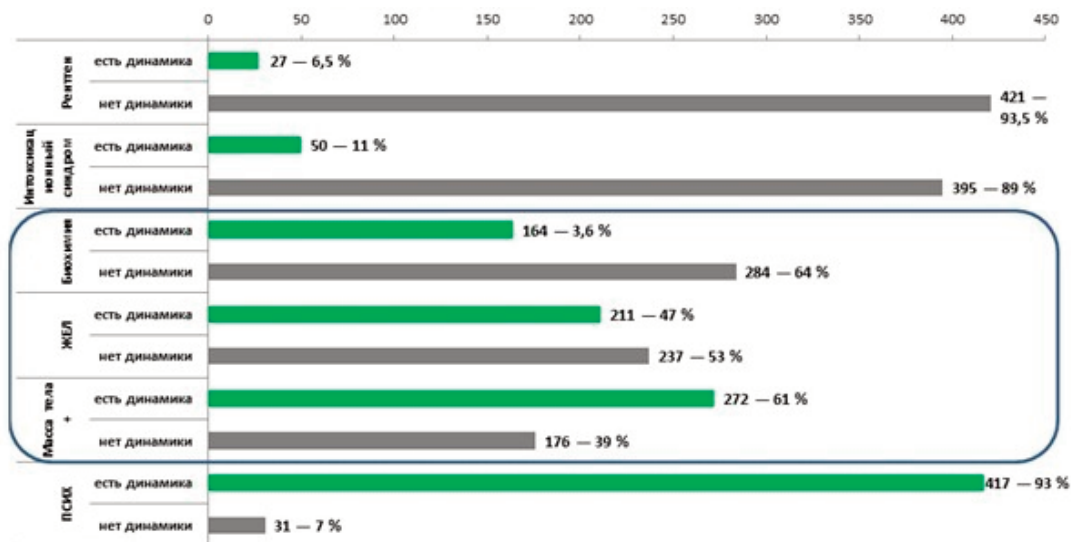


Рис. 1 Динамика отдельных категориальных и количественных признаков  
 Fig. 1. Dynamics of individual categorical and quantitative features

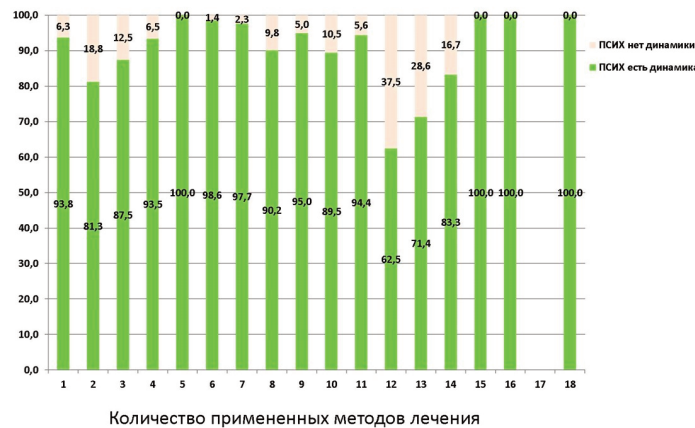


Рис. 2. Динамика психоэмоционального состояния  
 Fig. 2. The dynamics of the psychoemotional state

мероприятий, включенных в когорту 450 пациентов, выявил, что наиболее часто использовались 18 технологий из арсенала санатория, остальные, примененные 1 – 3 пациентам, в разработку не вошли как не имеющие статистического значения и не влияющие на общий результат.

Не менее важна динамика состояния, носившего долгое время имя «интоксикация», а ныне называемая системной воспалительной реакцией (рис. 3). Уход синдрома в результате комплекса мероприятий, в частности природно-климатических факторов, дозированной талассотерапии, в большинстве ситуаций в 13 из 18 требовал и лекарственной поддержки.

Представленная на рис. 4 информация указывает, что в течение санаторно-курортного этапа лечения у большей части пациентов повысилась жизненная емкость легких, но она не позволяет выделить факторы, оказавшие максимальное влияние на признак, тем более что все пациенты получали различные методы лечения, и ситуация требует подключения других технологий, позволяю-

щих обнаружить доминантные технологии, влияющие на повышение эффективности системы газообмена.

Таким образом, в условиях ограниченного времени пребывания в санатории, относительно короткого общения с лечащим врачом, недостаточно полном и качественном обследовании оздоравливающегося по месту жительства возникают проблемы выбора наиболее эффективных протоколов реабилитации. Большая часть признаков здоровья/нездоровья у пациентов санатория носят категориальный характер и мало приспособлены для статистического анализа. Вышеизложенное часто вынуждает врача назначать эмпирическую терапию, компенсируя многие неопределенности назначением большого числа процедур до 18, в среднем 6–12, при этом зная, какая/какие из них достигнут желаемой цели. Назначения системы, врача и изменения назначений автоматически сохранялись в базе данных, что было необходимо для дальнейшего анализа результатов назначений и накопления базы знаний.

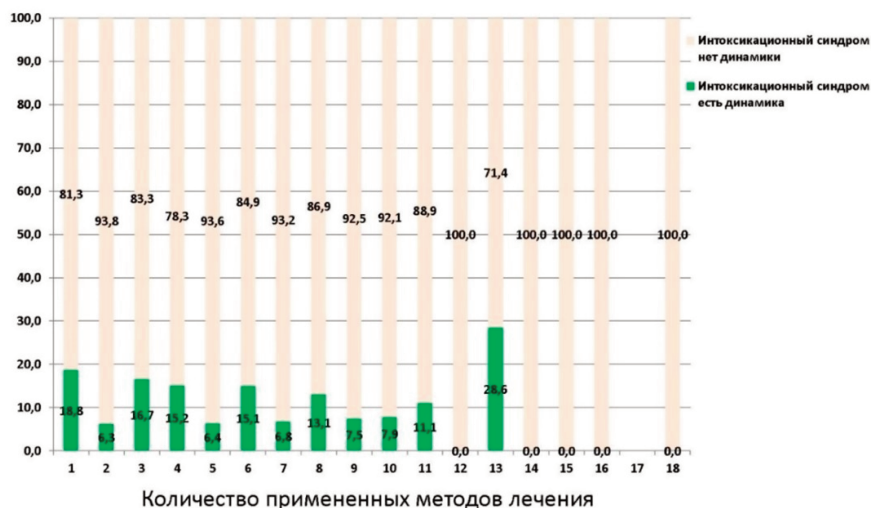


Рис.3. Динамика симптомов системной воспалительной реакции у 450 пациентов  
 Fig.3. Dynamics of symptoms of a systemic inflammatory reaction in 450 patients as a %

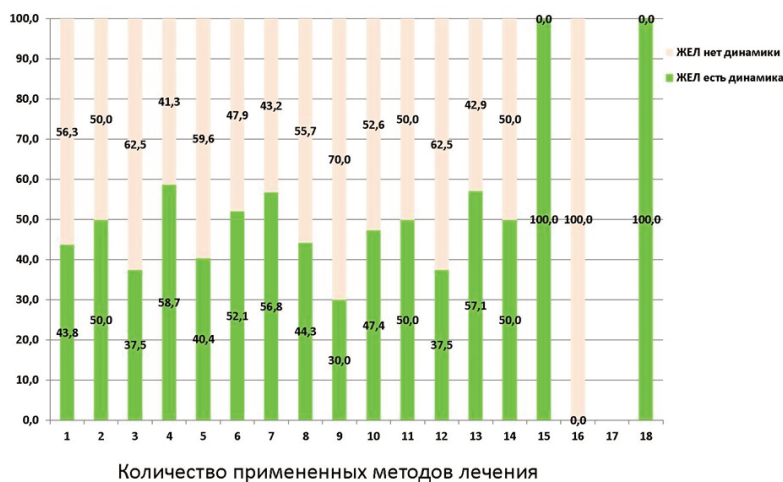


Рис.4. Разделение пациентов по наличию динамики показателей жизненной емкости легких,  
 Fig.4. Division of patients based on the dynamics of their lung capacity as a %

## Обсуждение результатов

### Резюме основного результата исследования.

Применение различных технологий искусственного интеллекта для анализа базы клинических знаний позволило определить перечень из наиболее востребованных методик реабилитации, их типичные результативные сочетания и последовательности применения. Разработанная автоматизированная система поддержки принятия врачебных решений, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволила дифференцировать какие из назначенных в условиях полиморбидности процедур дают максимальный оздоровительный эффект. В 70% случаев назначения компьютерной системы совпадали с назначением врачей. Компьютерную систему следует воспринимать не как замену действующих врачей, а как интеллектуального помощника для более точного назначения процедур и повышения производительности труда.

### Обсуждение результатов исследования

Санаторий не располагает ресурсными возможностями учреждений первичного звена медико-санитарной помощи и имеющих широкий спектр диагностического оборудования и, самое главное, временем. В реальных условиях квалифицированный врач санатория вынужден на основании неполных данных о пациенте и преимущественно категориальных признаках здоровья/нездоровья пациента, ставить диагноз и назначать адекватную диагностику эмпирического лечения, результаты которого непредсказуемы.

Диагностика сопутствующей патологии не всегда должным образом проводится по месту жительства пациента и не в полной мере отражается в направительной документации.

Сложность анализа факторов и ситуаций, имеющих место в санаторной практике, многократно увеличивается тем, что помимо основного заболевания туберкулезом и посттуберкулезными состояниями у каждого поступившего в санаторий имелась разнообразная сопутствующая патология (в среднем 3,1 заболевания на каждого), которые, как и основное заболевание, требуют внимания и соответствующей статистической обработки клинического материала. Подобные проблемы всегда сопровождали и

сопровождает врача санаторного учреждения, вынужденного назначать эмпирическую терапию в условиях полиморбидности, что в конечном итоге практически исключает возможность разработки современных технологий организации реабилитации, таких, например, как создание модели персонифицированной траектории лечения. Таким образом, изучив возможности технологий машинного обучения, было принято решение создать автоматизированную систему поддержки принятия врачебных решений, которая может быть использована в реальной санаторной практике и, в конечном итоге, поможет достигнуть персонифицированного подхода к реабилитации пациентов, перенесших туберкулез.

## Выводы

1. Организация реабилитационных мероприятий в условиях специализированного туберкулезного санатория требует совершенствования взаимодействий направляющего и принимающего пациентов учреждений с целью повышения уровня преемственности на поле «лечение реабилитации».

2. Опытная эксплуатация системы проведена в ФГБУ туберкулезный санаторий «Голубая бухта» Минздрава России, и показала, что в 70,3 % случаев назначения обученной системы совпадали с назначениями врачей. По мнению практических специалистов СППВР работоспособна и является хорошим помощником при назначении процедур. Случаи несовпадения назначений системы поддержки принятия врачебных решений и врачей регулярно анализировались и при необходимости подвергались коррекции.

3. Разработанная автоматизированная система поддержки принятия врачебных решений, основанная на технологиях искусственного интеллекта, позволила дифференцировать какие из назначенных в условиях полиморбидности процедур дают максимальный оздоровительный эффект.

4. Достигнута возможность выбора наиболее прогностически эффективных процедур и отсева неэффективных на основании измерения меры качества классификатора и границы пригодности метода, полученных при использовании технологий машинного обучения.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Общероссийская общественная организация «Российское общество фтизиатров». Туберкулез у взрослых: Клинические рекомендации. М.: Национальная ассоциация некоммерческих организаций фтизиатров «Ассоциация фтизиатров» 2022 С. 62-63. Электронный ресурс: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16_2) (Дата обращения: 24.06.2023)
2. О совершенствовании организации санаторно-курортной помощи больным в туберкулезных санаториях: приказ Минздрава России от 17 марта 2004 г. №124. Электронный ресурс: <https://base.garant.ru/4179969/> (Дата обращения: 24.06.2023 г.)
3. Баласанянц Г.С. Концепция развития фтизиатрической санаторной помощи больным туберкулезом в Российской Федерации // Медицинский альянс научно-практический журнал. 2013. №4. С.79-83.
4. Чушкин М.И., Стручков П.В., Отс О.Н., Карпина Н.Л. Реабилитация больных с туберкулезом легких и посттуберкулезными изменениями // Клиническая медицина. 2022. Т.100. №2-3. С. 91-96.
5. Щеколдин П.И. Общие принципы применения физических факторов в комплексной терапии туберкулеза // Доктор Лэндинг. 1996. №2. С.43-46.
6. Григорьев Ю.Г. Противопрофиброзная электромагнитная и лазерная терапия во фтизиатрии // Туберкулез и социально значимые заболевания. 2018. №4. С.68-74.
7. Izonin I., Shakhovska N. Special Issue: Informatics and Data-Driven Medicine-2021 // Math Biosci Eng. 2022 Jul 7. V.19. No.10. P. 9769-9772. Doi: 10.3934/mbe.2022454. PMID: 36031967.
8. Liao Y., Vakanski A., Xian M., Paul D., Baker R. A Review of Computational Approaches for Evaluation of Rehabilitation Exercises // Comput Biol Med. 2020 Apr. No.119. P. 103687. Doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103687. Epub 2020 Mar 4. PMID: 32339122. PMCID: PMC7189627.

## REFERENCES

1. Obshcherossiyskaya Obshchestvennaya Organizatsiya Rossiyskoye Obshchestvo Ftiziatrov. *Tuberkulez u Vzroslykh* = Tuberculosis in Adults: Clinical Guidelines. Moscow, Assotsiatsiya Ftiziatrov Publ., 2022. P. 62-63 (In Russ.). URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/16_2) (Date of Access: 06/24/2023).
2. On Improving the Organization of Spa Care for Patients with Tuberculosis. Order of the Ministry of Health dated March 17, 2004 No. 124 (In Russ.). URL: <https://base.garant.ru/4179969/> (Date of Access: June 24, 2023).
3. Balasanyants G.S. The Concept of Development of Phthisiological Sanatorium Care for Patients with Tuberculosis in the Russian Federation. *Meditinskiy Al'yans Nauchno-Prakticheskiy Zhurnal* = Medical Alliance Scientific and Practical Journal. 2013;4:79-83 (In Russ.).
4. Chushkin M.I., Struchkov P.V., Ots O.N., Karpina N.L. Rehabilitation of Patients with Pulmonary Tuberculosis and Post-Tuberculous Changes. *Klinicheskaya Meditsina* = Clinical Medicine (Russian Journal). 2022;100;2-3:91-96 (In Russ.).
5. Shchekoldin P.I. General Principles of Using Physical Factors in Complex Therapy of Tuberculosis. *Doktor Lending* = Doctor Land-ing. 1996;2:43-46 (In Russ.).
6. Grigor'yev Yu.G. Anti-Fibrotic Electromagnetic and Laser Therapy in Phthisiology. *Tuberkuloz i Sotsial'no Znachimyye Zabolovaniya* = Tuberculosis and Socially Significant Diseases. 2018;4:68-74 (In Russ.).
7. Izonin I., Shakhovska N. Special Issue: Informatics and Data-Driven Medicine-2021. *Math Biosci Eng.* 2022 Jul 7;19;10:9769-9772. Doi: 10.3934/mbe.2022454. PMID: 36031967.
8. Liao Y., Vakanski A., Xian M., Paul D., Baker R. A Review of Computational Approaches for Evaluation of Rehabilitation Exercises. *Comput Biol Med.* 2020 Apr;119:103687. Doi: 10.1016/j.compbiomed.2020.103687. Epub 2020 Mar 4. PMID: 32339122. PMCID: PMC7189627.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 27.07.2025. Принята к публикации: 30.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 27.07.2025. Accepted for publication: 30.09.2025

Л.И. Фортунатова, Е.В. Мирошник, С.С. Картусов, М.Ю.Калинина

## ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ФАКТОРОВ БЕССОЗНАТЕЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СОТРУДНИКОВ ПОМОГАЮЩИХ ПРОФЕССИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Фортунатова Лариса Игоревна: fortunatova74@bk.ru

### Резюме

В развитии научного направления «профессиональное выгорание» в области глубинной психологии и психофизиологии на базе технологии виброизображения проведено очередное исследование скрытых психологических мотивационных рисов специалистов помогающих профессий. В статье обозначена проблема взаимосвязи «синдрома выгорания» с профилем «гуманизированной личности» - расширенного понятия эмпатии, введением четырех факторов скрытых потребностей личности. Впервые выявлена взаимосвязь уровня профессионального выгорания с факторами скрытых потребностей в бессознательной сфере личности специалиста помогающих профессий. В анализ вошли четыре параметра гуманизированной личности профиля скрытых потребностей, влияющих на уровень адаптации к рискам профессии. На примере анализа уровню профессионального выгорания в группе клинических психологов были выявлены четыре подгруппы во взаимосвязи с профилем бессознательной мотивации гуманизированной личности, одна из которых позволила выявить количественную норму факторов скрытой мотивации. Также, по результатам методики «Вибра АПЛ», у специалистов, участвующих в эксперименте по выявлению рисков «синдрома профессионального выгорания» были выявлены наиболее достоверные факторы бессознательной мотивации связанные с рисками выгорания. Для решения задач исследования были использованы наиболее корректные математические методы..

**Ключевые слова:** профессиональное выгорание, эмпатия, профиль побуждения, скрытые (бессознательные) потребности, гуманизированная личность

**Для цитирования:** Фортунатова Л.И., Мирошник Е.В., Картусов С.С., Калинина М.Ю. Экспресс-анализ факторов бессознательной мотивации сотрудников помогающих профессий при оценке рисков профессионального выгорания //Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 31–38. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-31-38

L.I. Fortunatova, E.V. Miroshnik, S.S. Kartusov, M.Y. Kalinina

## Express Analysis of Factors of Unconscious Motivation of Employees of Helping Professions in Assessing the Risks of Professional Burnout

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Fortunatova Larisa Igorevna: fortunatova74@bk.ru

### Abstract

In the development of the scientific field "professional burnout" in the field of depth psychology and psychophysiology, another study of hidden psychological motivational factors of specialists in helping professions has been conducted on the basis of vibration imaging technology. The analysis included four parameters of a humanized personality and a profile of hidden needs that affect the level of adaptation to the risks of the profession. Using the example of an analysis of the level of professional burnout in a group of clinical psychologists, four subgroups were identified in relation to the profile of unconscious motivation of a humanized personality, one of which allowed us to identify the quantitative norm of latent motivation factors. Also, according to the results of the Vibra APL methodology, the specialists participating in the experiment to identify the risks of "professional burnout syndrome" identified the most significant factors of unconscious motivation associated with the risks of burnout. The most correct mathematical methods were used to solve the research problems..

**Keywords:** professional burnout, empathy, motivation profile, hidden (unconscious) needs, humanized personalities

**For citation:** Fortunatova LI, Miroshnik EV, Kartusov SS., Kalinina MY. Express Analysis of Factors of Unconscious Motivation of Employees of Helping Professions in Assessing the Risks of Professional Burnout. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:31-38. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-31-38

## Введение

Цель исследования является поиск рисков факторов профессионального выгорания личности сотрудников помогающих профессий при использовании современной психофизиологической технологии виброизображения для экспресса оценки скрытой (бессознательной) мотивации и адаптационных ресурсов личности специалистов помогающих профессий. Провести исследование, включающее анализ результатов по двум блокам параметров программы «Вибра АПЛ» - характера выгорания и бессознательной мотивации побудительной сферы группы специалистов, их скрытых потребностей в деятельности. Проанализировать полученные результаты экспресс - диагностики каждого сотрудника с акцентом на факторах эмпатии - гуманизированной личности (e+, hu-, k-, p+) во взаимосвязи с уровнем профессионального выгорания. С помощью математических методов выявить наиболее достоверные параметры бессознательной мотивации гуманизированной личности сотрудников помогающих профессий, влияющих на уровень профессионального выгорания.

## Материалы и методы

В исследовании использовались две методики.

1. Компьютерная программа «Вибра АПЛ» [9,14,17] для оценки скрытой (бессознательной) мотивации сотрудников - их рисков и ресурсов и разработана на основе технологии виброизображения (Минкин, 2007; 2020). Программа является средством профайлинга в области глубинной психологии. Профайлинг, процесс определения характеристик личности и поведения человека [18]. Программа за 7 минут оценивает выбор респондента предъявленных стимулов по трём диагностическим блокам проективных экспрессивных методик со шкалой от -5 до +5. В результате определяются параметры функционального здоровья (тревожность, стресс, активность) и факторы скрытых гуманизированных потребностей (внутренней мотивации личности).

Профиль скрытых потребностей человека (внутренней мотивации личности) в программе закодированы в 48 портретах людей определённой серии по уровню функционального здоровья (тревожность, стресс, активность). Базовые потребности гумани-

рованный личности – факторы побуждения (e+, hu-, k-, p+) в программе даны с нормами по количеству напряжения и выделены зелёным цветом (табл. 1).

В результате диагностики по программе «Вибра АПЛ» получается объективный профиль психофизиологических реакций (ПФР) на каждый из 48 стимулов программы.

Важно отметить, что программа Вибра АПЛ на базе технологии виброизображения имеет автоматизированную процедуру сбора, обработки данных, цифровое и графическое отображение всех регистрируемых показателей.

2. Опросник на определение уровня психического выгорания (МВИ). Авторы методики: американские психологи К. Маслач и С. Джексон. Данный вариант адаптирован Н.Е. Водопьяновой. Синдром психического выгорания по модели Маслач-Джексон представляет собой трёхмерный конструкт, включающий в себя эмоциональное истощение, деперсонализацию и редукцию профессиональных достижений Опросник имеет 3 шкалы «психоэмоциональное истощение» (9 утверждений), «деперсонализация» (5 утверждений) и «редукция личных достижений» (8 утверждений). Ответы испытуемого оцениваются: 0 баллов – «никогда», 1 балл - «очень редко», 3 балла – «иногда», 4 балла – «часто», 5 баллов «очень часто», 6 баллов - «каждый день».

В исследовании уровня профессионального выгорания клинических психологов были использованы следующие критерии оценки для выделения подгрупп с высоким и средним уровнем выгорания сотрудников (табл. 2).

В исследовании факторов бессознательной мотивации сотрудников при оценке рисков профессионального выгорания принимали участия специалисты помогающих профессий - всего 19 человека. В результате диагностики было выявлено три группы сотрудников с высоким и средним уровнями профессионального выгорания и определена четвертая – ресурсная группа-нормы. Проведён корреляционный анализ между параметрами профессионального выгорания и факторами скрытой мотивации сотрудников. В результате экспресс диагностики из 19 специалистов помогающих профессий (клинических психологов) было выделено

Таблица 1

### Описание факторов скрытой мотивации гуманизированной личности Description of the factors of hidden motivation of a humanized personality)

e+	Внутренняя этическая цензура совести в качестве закона против смертоносной ментальности «Каина» и агрессии. Эта цензура делает возможным восприятие этических норм и этики с точки зрения признания за другими людьми права на свои собственные ценности.
hu-	Моральная цензура стыда, направленная на внешний мир, адаптация к оценкам окружающих, к групповым нормам, традициям и т. д.
k-	Реалистическая цензура интересов или рациональная интеллектуальная цензура. Эта цензура принимает решения относительно реализации притязаний побуждений, представлений и идеалов, собственного характера и идеальных объектов («Что я хотел бы иметь, а что я не хотел бы иметь»).
p+	Духовная цензура для построения духовных идеалов «Я», т. е. идеальных представлений в «Я», к которым стремится личность. Она образует основу для сублимации.

Таблица 2

**Критерии оценки для выделения подгрупп с высоким и средним уровнем выгорания сотрудников**  
**Evaluation criteria for identifying subgroups with high and medium levels of employee burnout)**

Субшкала	Высокий уровень, N
Эмоциональное истощение (среднее 21-30)	25 и больше
Деперсонализация (среднее 18- 23)	11 и больше
Редукция профессионализма (среднее 19-28)	30 и больше

три группы с высоким и средним уровнем рисков выгорания (профессиональных рисков):

Группа 1. Эмоциональное истощение (более 25 усл.ед.) при среднем значении 21-30.

Группа 2. Деперсонализация (более 11 усл.ед.) при среднем значении 18-23.

Группа 3 Редукция профессионализма (30 и больше) при среднем значении 19-28.

И впервые были выявлены параметры скрытой (бессознательной) мотивации нормативной группы специалистов помогающих профессий.

Группа 4. Нормативная (ресурсная).

Выявлена взаимосвязь уровня оптимального состояния сотрудников с 4-мя факторами профиля побуждения (бессознательной мотивацией) гуманизированной личностью сотрудника.

**Результаты и обсуждение**

Группа 1. Эмоциональное истощение (табл. 3, рис. 1).

Эмоциональное истощение рассматривается как основная составляющая выгорания и проявляется в переживаниях сниженного эмоционального тонуса, повышенной психической истощаемости и аффективной лабильности, утраты интереса и позитивных чувств к окружающим, ощущении «пресыщенности» работой, неудовлетворенностью жизнью в целом.

Вывод: В профиле гуманизированной личности преобладают факторы (k-,e+).

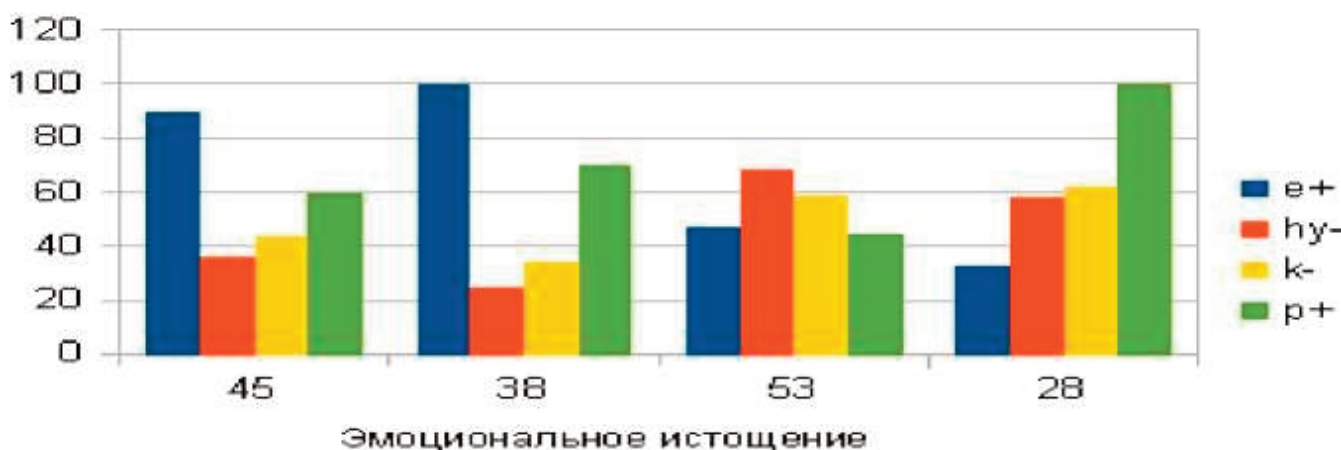


Рис. 1. Эмоциональное истощение  
 Fig. 1. Emotional exhaustion

Таблица 3

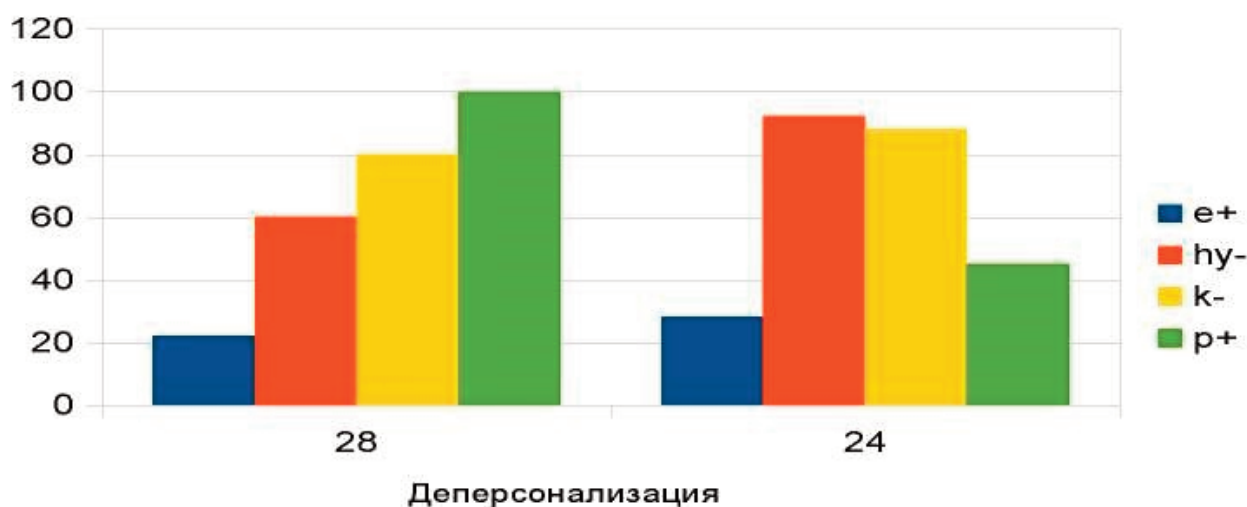
**Эмоциональное истощение**  
**Emotional exhaustion**

Количество специалистов в группе	Профессиональное выгорание (усл.ед.)	Бессознательная МОТИВАЦИЯ (4-е Фактора гуманизации в профиле побуждения) в (усл.ед.)				Количество факторов гуманизации в профиле побуждения (усл.ед.)
		e+ (50-100)	hy- (0-50)	k- (0-50)	P+ (50-100)	
	3. Редукция профессиональных достижений менее 30 (среднее)					ИТОГО (от 1 до 4)
1	11	88	28	55	44	2
2	16	100	52	60	38	1
3	21	53	66	70	45	0
4	12	100	55	67	58	2

Таблица 4

Деперсонализация  
(Depersonalization)

Количество специалистов в группе	Профессиональное выгорание (усл.ед.)	Бессознательная МОТИВАЦИЯ (4е Фактора гуманизации в профиле побуждения) в (усл.ед.)				Количество факторов гуманизации в профиле побуждения (усл.ед.)
		e+ (50-100)	hy- (0-50)	k- (0-50)	P+ (50-100)	
	2. Деперсонализация выгорание (11-30)					ИТОГО (от 1 до 4)
1	28	22	60	80	100	1
2	24	28	92	88	45	0

Рис. 2. Деперсонализация  
Fig. 2. Depersonalization

Группа 2. Деперсонализация (табл. 4, рис. 2).

Деперсонализация проявляется в эмоциональном отстранении и безразличии, формальном выполнении профессиональных обязанностей без личностной включенности и сопереживания, а в отдельных случаях - в негативизме и циничном отношении. В контексте синдрома перегорания «деперсонализация» предполагает формирование особых, деструктивных взаимоотношений с окружающими людьми.

Вывод: В профиле гуманизированной личности преобладают факторы (k-, p+, hy-).

Потребность к вытеснению проблемных ситуаций (k-) с желанием реализовывать только свои идеи в деятельности (p+) при слабой активности проявить эти идеи в практике (hy-), что может привести к неконструктивному поведению специалиста и высокому внутреннему напряжению, а со временем, такой неосознаваемый стиль бессознательной мотивации к профессиональному выгоранию.

Группа 3. «Редукция личных достижений» (табл. 5, рис. 3).

«Редукция личных достижений» (профессиональная мотивация) – снижение чувства компетентности в своей работе, недовольство собой, уменьшение ценности своей деятельности, негативное самовосприятие в профессиональной сфере. Возникновение чувства вины за собственные негатив-

ные проявления или чувства, снижение профессиональной и личной самооценки, появление чувства собственной несостоятельности, безразличия к работе. Снижение уровня рабочей мотивации и энтузиазма по отношению к работе альтруистического содержания. Состояние мотивационной сферы оценивается таким показателем, как продуктивность профессиональной деятельности, оптимизм и заинтересованность в работе, самооценка профессиональной компетентности и степени успешности в работе с людьми.

Вывод: В профиле гуманизированной личности преобладают факторы (e+k-)

Группа 4. Нормативная (ресурсная) (табл. 6, рис. 4).

Вывод: В профиле гуманизированной личности преобладают факторы (e+, p+).

Корреляционный анализ (табл. 7).

Проведена корреляция по критерию Спирмена всех параметров исследования между собой, включающих параметры функционального здоровья (тревожность, стресс, невротизация) и четырёх факторов бессознательной мотивации (e+, hy-, k-, p+). Красным выделены значения параметров при  $p < 0,05$ , т. е. параметры с высоким уровнем значимости. Значения менее 0,25 – связь слабая, от 0,25 до 0,75 – связь умеренная, более 0,75 – связь сильная. Прямая связь

Таблица 5

**Профессиональная мотивация  
Professional motivation)**

Количество специалистов в группе	Профессиональное выгорание (усл.ед.)	Бессознательная МОТИВАЦИЯ (4-е Фактора гуманизации в профиле побуждения) в (усл.ед.)				Количество факторов гуманизации в профиле побуждения (усл.ед.)
		e+ (50-100)	hy- (0-50)	k- (0-50)	P+ (50-100)	
	3. Редукция профессиональных достижений менее 30 (среднее)					ИТОГО (от 1 до 4)
1	11	88	28	55	44	2
2	16	100	52	60	38	1
3	21	53	66	70	45	0
4	12	100	55	67	58	2

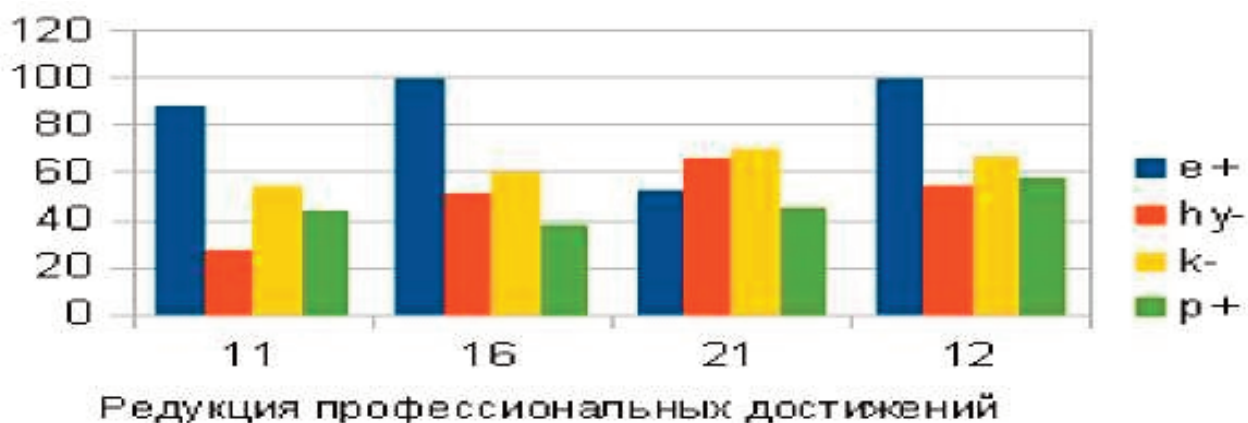


Рис. 3. Редукция профессиональных достижений  
Fig. 3. Reduction of professional achievements

Таблица 6

**Нормативная группа  
Regulatory group**

Количество специалистов в группе	Профессиональное выгорание (усл.ед.)	Бессознательная МОТИВАЦИЯ (4е Фактора гуманизации в профиле побуждения), (усл.ед)				Количество факторов гуманизации в профиле побуждения (усл.ед.)
		e+ (50-100)	hy- (0-50)	k- (0-50)	P+ (50-100)	
	Нормативная группа					ИТОГО (от 1 до 4)
1	0,2	90	34	22	48	3
2	0,4	100	14	31	78	4
3	0,4	98	29	27	91	3
4	0,1	85	72	44	57	4
5	0,5	100	21	24	38	3
6	0,2	92	40	40	49	3
7	0,4	80	27	37	94	4
8	0,0	100	15	10-	44	3
9	0,5	85	41	42	36	3

между параметрами имеет положительный знак – обратная связь между параметрами имеет отрицательный знак.

Детальный анализ полученных результатов наглядно иллюстрирует, какие параметры личности наиболее достоверны, и их необходимо учитывать при анализе уровня профессионального выгорания во взаимосвязи с факторами скрытой (бессознательной)

мотивации гуманизированной личности сотрудников помогающих профессий.

Что касается гуманизированной (эмпатичной) личности в профиле побуждений всей группы, то значимо выделились потребности в добром отношении к людям с преобладанием положительных эмоций (фактор +e) и в адекватной адаптации к стрессовым ситуациям (фактор -k). Обращает внимание

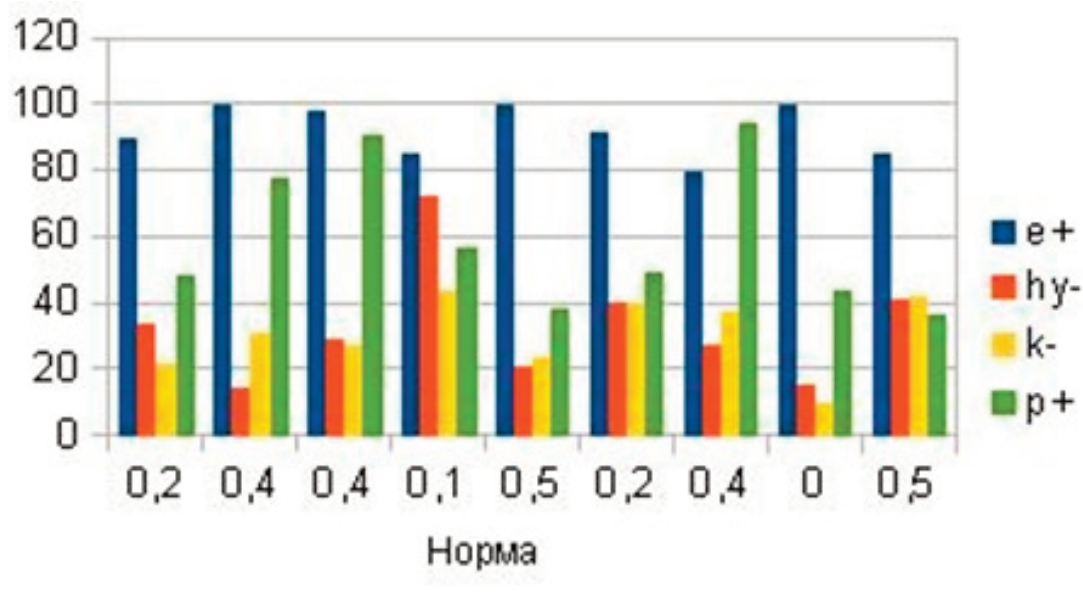


Рис. 4. Нормативная (ресурсная группа)  
Fig. 4. Regulatory (resource group)

Таблица 7

Детальный анализ полученных результатов наглядно иллюстрирует, какие параметры личности  
Spearman's criterion correlation analysis results

	Тревожность (15-40)	Стресс (20-40)	Невротизм (10-50)	e+ (50-100)	hy- (0-50)	k- (0-50)	p+ (50-100)	Количество факторов гуманизации (1-4)
Тревожность	1,000000	0,337461	0,065343	-0,081207	0,114742	0,260931	0,415230	0,090396
Стресс	0,337461	1,000000	-0,233641	-0,283390	0,208955	0,370663	0,329811	-0,117029
Невротизм	0,065343	-0,233641	1,000000	-0,331443	0,344888	0,305531	-0,091109	-0,373966
e+	-0,081207	-0,283390	-0,331443	1,000000	-0,692916	-0,613817	-0,222292	0,475025
hy-	0,114742	0,208955	0,344888	-0,692916	1,000000	0,813515	-0,007039	-0,628421
k-	0,260931	0,370663	0,305531	-0,613817	0,813515	1,000000	0,083627	-0,692831
p+	0,415230	0,329811	-0,091109	-0,222292	-0,007039	0,083627	1,000000	0,267631
ИТОГО (от 1 до 4)	0,090396	-0,117029	-0,373966	0,475025	-0,628421	-0,692831	0,267631	1,000000

тот факт, что в профиле потребностей отсутствующими гуманизирующими факторами личности (hy-) и (p+), которые отвечают за сдержанное и скромное позиционирование своих проектов и идей. В поведении психолога это может проявляться высокой активностью в выражении своей позиции и желании быть замеченным «выставлять себя на показ».

### Заключение

Проведённое исследование по оценке рисков профессионального выгорания сотрудников помогающих профессий во взаимосвязи с факторами бессознательной мотивации показало возможность с высокой достоверностью выявлять неосознаваемые риски скрытой мотивации сотрудников, их неосознаваемые потребности, влияющие на уровень эмпатии (скрытые факторы гуманизированной личности). На основе этих параметров в течение семи (7) минут были выявлены «риски» и сформированы

«ресурсы» каждого респондента, что значительно повысило эффективность анализа «синдрома профессионального выгорания» с учётом скрытых характеристик личности на бессознательном уровне.

Как видно из таблицы Норм (ресурсная), испытуемые группы исследования имеют интегральный индекс выгорания в пределах среднего значения (0,2-0,4), что свидетельствует о среднем уровне продуктивной напряжённости сотрудников, но не в полном объёме. Два (2) специалиста из группы подвержены профессиональному риску, так как имеют высокий интегральный индекс выгорания (0,5) который связан с фактором деперсонализации и предполагает формирование у специалистов особых, деструктивных взаимоотношений с окружающими людьми, склонных к повышенной утомляемости, снижению работоспособности. Эти показатели приводят к необходимости повысить работоспособность сотрудников, в том числе, за счёт формирования навыка

в осознании и развитии личных скрытых (бессознательных) ресурсных потребностей (факторы: е+; hu-; k-; p+) «гуманизированной личности», особенно факторов (е+ и k-), повышающих самооценку сотрудников и способствующих адекватной адаптации к трудностям помогающей профессии. В результате исследования доказано, что при наличии трёх (3-х) или четырёх (4-х) факторов «гуманизированной личности» у сотрудников помогающих профессий формируется высокий уровень продуктивной напряжённости в деятельности, способствующей профессиональному здоровью.

Целесообразность применения экспресс - методики «Вибра АПЛ» компьютерного полиэфекторного тестирования субъективных и объективных параметров «синдрома профессионального выгорания», как способ быстрого и продуктивного выявления внутренних рисков и ресурсов специалистов помогающих профессий (бессознательной мотивации гуманизированной личности) поможет

специалистам в преодолении проблем на пути к максимально эффективному способу деятельности в профессии.

Несложная с технической точки зрения интеграция оценки психофизиологического состояния и профиля неосознанных потребностей личности специалиста делает применение программы а «Вибра АПЛ» на базе технологии виброизображения массовой.

В связи с этим, рекомендована практика её применения в российских организациях для экспресса диагностики и психологического консультирования по вопросам профессионального здоровья специалистов помогающих профессий, что представляется крайне актуальным в дальнейшем.

Использование в практике прикладных исследований простых, эффективных и нетрудоёмких методов профайлинга в области глубинной психологии, внедрённых в практику психологов позволит быстро с высокой точностью оценить риски и ресурсы специалистов помогающих профессий.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зонди Л. Выбор болезни как судьба / Пер. с нем. А.В.Тихомирова // Персонал- Профи. Вып. 7. Екатеринбург, 2002. С. 51-65.
2. Зонди Л. Выбор смерти как судьба. Танатотропизм / Пер. с нем. А.В.Тихомирова // Персонал-Профи. Вып. 8-9. Екатеринбург, 2002. С. 20-32.
3. Калитеевская Е.Р. Психическое здоровье как способ бытия в мире: от объяснения к переживанию // Психология с человеческим лицом: гуманистическая перспектива в постсоветской психологии / Под ред. Д.А.Леонтьева, В.Г.Шура. М.: Смысл, 1997. С. 231-238.
4. Ложкин А.И., Мирошник Е.В., Тихомиров А.В. Компьютерная модифицированная методика оценки опасности «Края» и ресурсы «Середины» в профиле побуждения человека «Zondi-expert». 2018. Версия 1.0.
5. Ложкин А.И., Тихомиров А.В. Качественные методы диагностики «Метод Края и Середины». Екатеринбург: Судьбоаналитическое общество, 2012.
6. Лызь Н.А. О структуре психического здоровья человека (обзор исследований) // Известия ТРТУ. Тематический выпуск. 2004. №6. С. 241-251.
7. Маслоу А.Г. Мотивация и личность / Пер. с англ. Т.Гутман, Н.Мушина. М.-СПб.: Питер, 2003. 351 с.
8. Минкин В.А. Виброизображение. СПб.: Реноме, 2007. 108 с. doi: 10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007
9. Минкин В.А. Виброизображение, кибернетика и эмоции. СПб.: Реноме, 2020. 162 с. doi: 10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020.
10. Мирошник Е.В., Минкин В.А. Программа психофизиологической экспресс-оценки уровня Адаптационного Потенциала Личности «Вибра АПЛ» // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Труды 2-й Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25-26 июня 2019 г. СПб.: Элсис, 2019. С. 327.
11. Мирошник Е.В., Акимов В.А. Сравнительное тестирование целевой группы методами психодиагностики Зонди, Люшера, и Профайлер+ с поддержкой технологией виброизображения // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Труды 6-й Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 29-30 июня 2023 г. СПб.: Элсис, 2023. №1 (6). С. 82-90.
12. Мирошник Е.В., Бобров А.Ф. Дозологический экспресс-анализ факторов «невротической тетрады опасности» и ресурсов побудительного профиля личности при оценке уровня психического здоровья специалистов помогающих профессий // Современная психофизиология. Технология виброизображения: Тр. 6-й Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург 29-30 июня 2023 г. СПб.: Элсис, 2023. №1 (6). С. 209-216.
13. Мясцев В.Н. Понятие личности в аспектах нормы и патологии // Психология отношений. М.-Воронеж: МОДЭК, 1998. С. 39-67.
14. Новицкий П.В. Электрические измерения неэлектрических величин: Учеб. пособие для вузов. Л.: Энергия, 1975. 576 с.
15. Павлов И.П. Рефлекс свободы. СПб.: Питер, 2017. С. 65-67.
16. Сеченов И.М. Элементы мысли. М.: Научное слово, 1903. 125 с.
17. Мирошник Е.В., Бобров А.Ф. Выявление взаимосвязи уровня социализации профиля бессознательной мотивации личности с параметрами психофизиологического комфорта сотрудников помогающих профессий // Современная психофизиология. Технология виброизображения. 2024. Т.1. №7. С. 202-210.
18. Юттнер Ф. Судьбоанализ в выводах. Обзор пяти основных книг Леопольда Зонди / Пер.с нем. А.В.Тихомирова. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. 262 с. ISBN 5-7584-0032-7.
19. Карягина Т.Д., Рощина С.Ю. Эмпатия и выгорание у представителей помогающих профессий // Современная зарубежная психология. 2023. Т.12. №2. С.30-42. Электронный ресурс: [https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2023\\_n2/Karyagina\\_Roshchina](https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2023_n2/Karyagina_Roshchina).

#### REFERENCES

1. Zondi L. Choice of Disease as Fate. Personal-Prof. 2002;7:51-65 (In Russ.).
2. Zondi L. The Choice of Death as Fate. Thanatotropism. Personal-Prof. 2002;8-9:20-32 (In Russ.).
3. Kaliteyevskaya Ye.R. Mental Health as a Way of Being in the World: from Explanation to Experience. *Psikhologiya s Chelovecheskim Lit-som: Gumanisticheskaya Perspektiva v Postsovetskoy Psikhologii* = Psychology with a Human Face: a Humanistic Perspective. Ed. D.A.Leont'yev, V.G.Shchur. Moscow, Smysl Publ., 1997. P. 231-238. (In Russ.).
4. Lozhkin A.I., Miroshnik Ye.V., Tikhomirov A.V. Computer-Based Modified Methodology for Assessing the Danger of «Edges» and Resources of «Middle». *Profil' Pobuzhdeniya Cheloveka «Zondi-Expert»*= Human Motivation Profile «Zondi-Expert». 2018. Version 1.0. (In Russ.).
5. Lozhkin A.I., Tikhomirov A.V. *Kachestvennyye Metody Diagnostiki «Metod Kraya i Serediny»* = Qualitative Diagnostic Methods «Method of Edge and Middle». Ekaterinburg, Sud'boanaliticheskoye Obshchestvo Publ., 2012 (In Russ.).
6. Lyz' N.A. On the Structure of Human Mental Health (Research Review). *Izvestiya Taganrogskogo Radiotekhnicheskogo Universiteta* = News of the Taganrog Radio Engineering University. Thematic Issue. 2004;6:241-251 (In Russ.).
7. Maslou A. *Motivatsiya i Lichnost'* = Motivation and Personality. Moscow - St. Petersburg, Piter Publ., 2003. 351 p. (In Russ.).
8. Minkin V.A. *Vibroizobrazheniye* = Vibroimage. St. Petersburg: Renome Publ., 2007. 108 p. (In Russ.). doi: 10.25696/ELSYS.B.RU.VI.2007

9. Minkin V.A. *Vibroizobrazheniye, Kibernetika i Emotsii* = Vibraimage, Cybernetics, and Emotions. St. Petersburg: Renome Publ., 2020. 162 p. (In Russ.). doi: 10.25696/ELSYS.B.RU.VCE.2020
10. Miroshnik Ye.V., Minkin V.A. Program for Psychophysiological Express Assessment of the Level of Adaptation Potential of the Personality «Vibra APL». *Sovremennaya Psikhofiziologiya. Tekhnologiya Vibroizobrazheniya* = Modern Psychophysiology. Vibraimage Technology. Proceedings of the 2nd International Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, June 25-26, 2019. St. Petersburg, Elsis Publ., 2019;1:327 (In Russ.).
11. Miroshnik Ye.V., Akimov V.A. Comparative Testing of a Target Group Using the Psychodiagnostic Methods of Zondi, Luscher, and Profiler+ with the Support of Vibraimage. *Sovremennaya Psikhofiziologiya. Tekhnologiya Vibroizobrazheniya* = Modern Psychophysiology. Vibraimage Technology. Proceedings of the 6th International Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, June 29-30, 2023. St. Petersburg, Elsis Publ., 2023;1:82-90 (In Russ.).
12. Miroshnik Ye.V., Bobrov A.F. Pre-Clinical Express Analysis of the Factors of the «Neurotic Tetrad of Danger» and the Resources of the Personality's Incentive Profile in Assessing the Level of Mental Health of Specialists in Helping Professions. *Sovremennaya Psikhofiziologiya. Tekhnologiya Vibroizobrazheniya* = Modern Psychophysiology. Vibraimage Technology. Proceedings of the 6th International Scientific and Technical Conference. St. Petersburg, June 29-30, 2023. St. Petersburg, Elsis Publ., 2023;1:209-216 (In Russ.).
13. Myasishchev V.N. The Concept of Personality in Aspects of Norm and Pathology. *Psikhologiya Otnosheniy* = Psychology of Relationships. Moscow – Voronezh, MODEK Publ., 1998. P. 39-67 (In Russ.).
14. Novitskiy P.V. *Elektricheskiye Izmereniya Neelektricheskikh Velichin* = Electrical Measurements of Non-Electrical Quantities. Textbook. Leningrad, Energiya Publ., 1975. 576 p. (In Russ.).
15. Pavlov I.P. *Refleks Svobody* = Reflex of Freedom. St. Petersburg, Piter Publ., 2017. P. 65-67 (In Russ.).
16. Sechenov I.M. *Elementy Mysli* = Elements of Thought. Moscow, Nauchnoye Slovo Publ., 1903. 125 p. (In Russ.).
17. Miroshnik Ye.V., Bobrov A.F. Identification of the Relationship between the Level of Socialization of the Profile of Unconscious Motivation of an Individual and the Parameters of Psychophysiological Comfort of Employees of Helping Professions. *Sovremennaya Psikhofiziologiya. Tekhnologiya Vibroizobrazheniya* = Modern Psychophysiology. The Vibraimage Technology. 2024;1;7:202-210 (In Russ.).
18. Juttner F. *Sud'boanaliz v Vyvodakh. Obzor Pyati Osnovnykh Knig Leopold'a Zondi* = Fate Analysis in Conclusions. A Review of Five Main Books by Leopold Szondi. Yekaterinburg, Ural University Publ., 2002. ISBN 5-7584-0032-7 (In Russ.).
19. Karyagina T.D., Roshchina S.Yu. Empathy and Burnout in Representatives of Helping Professions. *Sovremennaya Zarubezhnaya Psikhologiya* = Journal of Modern Foreign Psychology. 2023;12;2:30-42 (In Russ.). URL: [https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2023\\_n2/Karyagina\\_Roshchina](https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2023_n2/Karyagina_Roshchina).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 21.09.2025. Принята к публикации: 30.10.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 21.09.2025. Accepted for publication: 30.10.2025

Е.В. Голобородько, С.М. Разинкин, М.А. Брагин, А.А. Киш, Н.З. Орлова, А.А. Косенков

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ПОЛЯРНОГО ДНЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОТВЕТСТВЕННЫХ РАБОТ ВАХТОВЫМ МЕТОДОМ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Голобородько Евгений Владимирович: [egoloborodko@fmbcfmba.ru](mailto:egoloborodko@fmbcfmba.ru)

### Резюме

Активное освоение Арктики требует обеспечения высокой работоспособности персонала в экстремальных условиях. Ключевой проблемой является полярный день, который действует как мощный десинхронизирующий фактор. Постоянное освещение подавляет выработку мелатонина, нарушает циркадные ритмы, что приводит к ухудшению качества сна и снижению умственной и физической работоспособности. В статье приведен обзор данных литературы адаптации к условиям полярного дня при выполнении ответственных работ вахтовым методом организации труда. Наиболее эффективно искусственное регулирование освещенности: использование светоблокирующих масок и штор, ограничение синего света перед сном и применение симуляторов рассвета. Фармакологические методы включают прием мелатонина в качестве хронобиотика и адаптогенов, таких как элеутерококк. Важную роль играют поведенческие стратегии: строгое соблюдение режима, создание идеальных условий для сна, психологические методики и когнитивно-поведенческая терапия. Перспективными направлениями являются предварительная коррекция режима, использование актиграфии для персонализированной хронотерапии и применение методов физиостимуляции для нормализации архитектуры сна.

**Ключевые слова:** *арктический регион, функциональное состояние, циркадный ритм, полярный день, адаптация*

**Для цитирования:** Голобородько Е.В., Разинкин С.М., Брагин М.А., Киш А.А., Орлова Н.З., Косенков А.А. Обзор современных подходов к адаптации к условиям полярного дня при выполнении ответственных работ вахтовым методом организации труда // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 39–43. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-39-43

E.V. Goloborodko, S.M. Razinkin, M.A. Bragin, A.A. Kish, N.Z. Orlova, A.A. Kosenkov

## A Review of Modern Approaches to Adaptation to Polar Day Conditions in Shift-Based Work

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Goloborodko Evgeny Vladimirovich: [egoloborodko@fmbcfmba.ru](mailto:egoloborodko@fmbcfmba.ru)

### Abstract

The active development of the Arctic requires ensuring high efficiency of personnel in extreme conditions. The key problem is the polar day, which acts as a powerful desynchronizing factor. Constant lighting suppresses melatonin production, disrupts circadian rhythms, which leads to a deterioration in sleep quality and a decrease in mental and physical performance. The article provides an overview of the literature data on adaptation to the conditions of the polar day when performing responsible work using the shift method of labor organization. Artificial light control is most effective: using light-blocking masks and curtains, limiting blue light before bedtime, and using dawn simulators. Pharmacological methods include taking melatonin as a chronobiotic and adaptogens such as Eleutherococcus. Behavioral strategies play an important role: strict adherence to the regime, creating ideal conditions for sleep, psychological techniques and cognitive behavioral therapy. Promising areas are the preliminary correction of the regime, the use of actigraphy for personalized chronotherapy, and the use of physiostimulation methods to normalize sleep architecture.

**Keywords:** *arctic region, functional state, circadian rhythm, polar day, adaptation*

**For citation:** Goloborodko EV, Razinkin SM, Bragin MA, Kish AA, Orlova NZ., Kosenkov AA. A Review of Modern Approaches to Adaptation to Polar Day Conditions in Shift-Based Work. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:39-43. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-39-43

## Введение

В связи с активным освоением арктических регионов Российской Федерации в интересах народного хозяйства, актуальной задачей является обеспечение максимально эффективного выполнения профессиональных задач в условиях экстремальных условий Крайнего Севера.

Особенно важным представляется необходимость сохранения высочайшего уровня функционального состояния организма персонала, выполняющего ответственные работы, требующие максимальной концентрации внимания на фоне действия множества неблагоприятных факторов, одним из которых является нарушение нормального цикла чередования светлого и темного времени суток [1].

Отсутствие ночного и дневного периодов нормальной продолжительности в течение 24 часов, ограничение свободы передвижений и снижение физической активности, а также изоляция от внешнего мира влияют на ритмически протекающие естественные биологические процессы, в том числе на качество и продолжительность сна, и, вследствие этого, негативным образом сказываются на умственной и физической работоспособности [2, 3].

В большей степени исследования здоровья человека в условиях Арктики касаются физиологических механизмов адаптации к условиям полярной ночи в связи с тем, что летом в Арктике хозяйственная деятельность осуществляется наиболее активно, в связи с чем экспериментальные исследования в это время года почти не проводились.

Вместе с тем, последние исследования на больших выборках показывают, что полярный день обладает не менее выраженным воздействием на человека, чем полярная ночь. У пациентов с мигренью головные боли чаще отмечались в течение арктического лета [4]. На примере населения Западной Гренландии была выявлена значительная сезонность в 833 случаях самоубийств: пик приходился на июнь, а минимум – на зиму [5].

Полярный день, характеризующийся постоянным освещением, является мощным десинхронизирующим фактором, ведущим к подавлению секреции мелатонина и рассогласованию эндогенных циркадных ритмов с окружающей средой. В некоторых исследованиях показано, что отсутствие смены «ночь-день» приводит к более выраженной авторегуляции суточного цикла у человека, которая составляет около 24,5 часов, что приводит к постоянному временному сдвигу функционального состояния [6].

В связи с чем, современные стратегии адаптации человека к условиям полярного дня, например, во время краткосрочных полярных экспедиций, направлены на создание искусственных таймеров и включают как поведенческие и фармакологические методы, так и широкий спектр аппаратно-программных методов.

## Регулирование освещенности

Наиболее эффективным подходом считается искусственное регулирование освещенности в привычном режиме смены времени суток.

Помимо использования светоблокирующих штор или масок важным является важно ограничение яркости освещения вечером, за некоторое время до перехода ко сну. Исследования, посвященные синему свету, показывают, что использование очков, блокирующих синий свет, за 2 – 3 часа до сна эффективно препятствует подавлению мелатонина ярким светом и, вследствие этого, приводит к значительному увеличению продолжительности и качества сна у участников, живущих в условиях полярного дня или работающих в ночную смену [7].

Также эффективным средством являются симуляторы рассвета. Эти устройства, использующие постепенно усиливающийся свет для мягкого пробуждения, особенно полезны при использовании в комбинации с полным затемнением спальни. Их применение изучали у пациентов с зимней депрессией, и подобный принцип может быть экстраполирован на условия полярного дня для более физиологичного утреннего пробуждения [8].

## Фармакологические способы

К фармакологическим способам адаптации человека к условиям полярного дня можно отнести применение препаратов мелатонина не как снотворное, а в качестве хронобиотика для перестройки фаз сна.

Мета-анализ исследований, проведенных с полярниками и работниками вахтового труда, демонстрирует, что прием мелатонина (в дозах 0,5 – 5 мг) за 30 – 60 минут до желаемого времени отхода ко сну эффективно ускоряет засыпание, улучшает качество сна и способствует адаптации циркадных ритмов [9]. В исследованиях подчеркивается, что эффективность мелатонина критически зависит от времени его приема. Прием в вечерние часы способствует сдвигу циркадной фазы на раннее время, что и требуется в условиях полярного дня для создания иллюзии наступления ночи [10].

Перспективным направлением является применение пищевых добавок на основе адаптогенов, стандартизированных с учетом современных методов анализа их состава.

Доказано снижение заболеваемости в сложных климатических условиях Крайнего Севера при применении экстрактов элеутерококка [11].

В соответствии с гипотезой о происхождении и функциях биологически активных веществ адаптогенного типа действия, они могут быть также обнаружены у растительных и, возможно, некоторых животных организмов, обитающих в экстремальных природных условиях (высокие или низкие температуры, низкое содержание кислорода, значительные отклонения кислотности от нормы, комбинированное воздействие различных экстремальных факторов и т.д. Поиск в живой природе источников таких веществ, изучение их структуры и механизма действия, испытания в качестве фармакологических препаратов и пищевых добавок для человека и животных может явиться значительным с научных позиций и важным с практических позиций направлением в сфере создания новых биологически активных веществ, повышающих

устойчивость человека и многих других организмов в экстремальных ситуациях [12, 13].

### **Поведенческие и гигиенические подходы**

Также немаловажным аспектом успешной адаптации к условиям полярного дня является формирование правильного поведения и правильных привычек. Строгое соблюдение режима сна и бодрствования, создание оптимальных условий в спальне (прохлада, тишина, абсолютная темнота с использованием светонепроницаемых штор) является базовой рекомендацией во всех руководствах по работе в Арктике и Антарктике [14].

Крайне необходима подготовка специалистов с обучением различным психологическим методикам саморегуляции при подготовке ко сну [15, 16].

Для лиц с выраженными нарушениями сна рекомендовано проведение когнитивно-поведенческой терапии бессонницы. Исследования показывают ее эффективность в коррекции дезадаптивных убеждений о сне и поведенческих паттернов, усугубляющих проблему в условиях полярного дня [17].

Питание и сон являются взаимосвязанными факторами. Хорошо известно, что недостаток сна негативно влияет на рацион питания. С другой стороны, питание может влиять на сон посредством биосинтеза мелатонина из триптофана. Существуют экспериментальные данные, указывающие на то, что употребление определенных продуктов, богатых триптофаном или мелатонином, может улучшить качество сна. Было показано, что полноценный рацион, богатый фруктами, овощами, бобовыми и другими источниками пищевого триптофана и мелатонина, способствует улучшению сна. Особо высоко содержание мелатонина, серотонина и триптофана в кислых сортах вишни [18,19].

Описанные выше способы адаптации к условиям полярного дня могут быть реализованы в рамках комплексных программ, включая предварительную подготовку. В исследованиях, посвященных тренировкам космонавтов и полярников, предлагается начинать коррекцию режима (постепенно сдвигать время отхода ко сну и пробуждения) и подбирать подходящие искусственные режимы смены дня и ночи еще до прибытия в зону полярного дня [20, 21].

### **Применение носимых устройств**

Новым направлением является использование актиграфии (трекеров активности) для оценки индивидуальных циркадных паттернов и подбора персонализированного времени для светового воздействия и приема мелатонина [22, 23]. Данные, полученные с этих устройств, позволяют перейти к персонализированной хронотерапии.

Актиграфия считается способом объективной оценки паттернов сна-бодрствования в амбулаторных условиях. В исследованиях полярных экспедиций актиграфы используются для докумен-

тирования нарушений сна и оценки эффективности интервенций. Современные трекеры (например, Fitbit, Oura Ring), могут предоставить ценную информацию о латентности сна, эффективности и вариабельности сердечного ритма [24].

### **Воздействие преформированными физическими факторами**

Перспективным направлением представляется использование способа нормализации архитектуры сна посредством импульсной магнитной и электростимуляции во время медленноволновых фаз ночного сна человека. При этом проводят низкоамплитудную электрическую и/или магнитную стимуляцию, не пробуждающую пациента. При позитивной динамике курс продолжают, а при отсутствии динамики переходят на другой вид стимуляции с электрической на магнитную и наоборот или на комбинированную стимуляцию, при которой последовательно используют электрические и магнитные стимулы в течение одной ночи или в два последующих эпизода сна [25].

Хотя прямых исследований в условиях полярного дня не проводилось, для улучшения качества сна и снижения тревожности потенциально можно применять устройства для чрескожной стимуляции блуждающего нерва. Показано, что вечерняя стимуляция блуждающего нерва может увеличивать мощность медленноволнового сна, что может быть полезно для коррекции нарушений, связанных с десинхронозом [26].

### **Выводы**

Анализ современной научной литературы позволяет утверждать, что коррекция нарушений циркадных ритмов в условиях полярного дня требует комплексного технологического подхода.

Базовым элементом являются устройства для создания искусственной темноты (светоблокирующие шторы и очки), без которых невозможна нормальная секреция мелатонина.

Устройства для дозированного светового воздействия (лампы и симуляторы рассвета) используются для жесткой синхронизации начала дня и поддержания бодрости.

Устройства мониторинга (трекеры и актиграфы) предоставляют данные для объективной оценки эффективности вмешательств и перехода к персонализированной медицине.

Эти технологические методы оптимально работают в сочетании с фармакологической поддержкой (мелатонин) и строгим соблюдением поведенческого режима.

Таким образом, современный подход заключается не в пассивном пребывании в условиях постоянного света, а в активном использовании технологий для создания стабильного и контролируемого цикла «день-ночь», необходимого для здоровья и работоспособности.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Данишевский Г.М. Акклиматизация человека на Севере (с очерком краевой патологии и гигиены). М.: Медгиз, 1955. 358 с.
2. Муртазина Е.П., Коробейникова И.И., Поскотнинова Л.В., Каратыгин Н.А., Перцов С.С. Анализ когнитивных функций и нейрофизиологических процессов при адаптации человека к условиям Арктики // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П.Павлова. 2023. Т.31. №2. С. 293-304.
3. Цфасман А.З., Алпайев Д.В. Природная освещенность и суточные ритмы артериального давления // Артериальная гипертензия. 2011. Т.17. №4. С. 333-336.
4. Salvesen R., Bekkelund S.I. Migraine, as Compared to other Headaches, is Worse during Midnight-Sun Summer than during Polar Night. A Questionnaire Study in an Arctic Population // Headache. 2000 Nov-Dec. V.40. No.10. P. 824-9. Doi: 10.1046/j.1526-4610.2000.00149.x. PMID: 11135027.
5. Björkstén K.S., Bjerregaard P., Kripke D.F. Suicides in the Midnight Sun—a Study of Seasonality in Suicides in West Greenland // Psychiatry Research. 2005. V.133. No.2-3. P. 205–213. Doi: 10.1016/j.psychres.2004.12.002.
6. Czeisler C.A., Gooley J.J. Sleep and Circadian Rhythms in Humans // Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 2007. No.72. P. 579-97. Doi: 10.1101/sqb.2007.72.064.
7. Sasseville A., Paquet N., Sévin E., Hébert M. Blue Blocker Glasses Impede the Capacity of Bright Light to Suppress Melatonin Production // Journal of Pineal Research. 2006. V.41. No.1. P. 73-78.
8. Terman M., Terman J.S. Controlled Trial of Naturalistic Dawn Simulation and Negative Air Ionization for Seasonal Affective Disorder // Am J Psychiatry. 2006 Dec. V.163. No.12. P. 2126-33.
9. Arendt J. The Pineal Gland and Pineal Tumours / Ed. Feingold K.R., Ahmed S.F., Anawalt B., Blackman M.R., Boyce A., Chrousos G., Corpas E., de Herder WW, Dhatriya K., Dungan K., Hofland J., Kalra S., Kaltsas G., Kapoor N., Koch C., Kopp P., Korbonits M., Kovacs C.S., Kuohung W., Laferrère B., Levy M., McGee E.A., McLachlan R., Muzumdar R., Purnell J., Rey R., Sahay R., Shah A.S., Singer F., Sperling M.A., Stratakis C.A., Trence D.L., Wilson D.P. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc. Endotext 2011 Jan 1. 2000 p. PMID: 25905333.
10. Burgess H.J., Emens J.S. Circadian-Based Therapies for Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders // Curr Sleep Med Rep. 2016 Sep. V.2. No.3. P. 158-165.
11. Баренбойм Г.М., Козлова Н.Б. Применение экстракта элеутерококка для повышения биологической устойчивости человека при воздействии различных неблагоприятных факторов окружающей среды // Элеутерококк – стратегия применения и новые данные фундаментальных исследований. М., 1985. С. 7–20.
12. Баренбойм Г.М., Маленков А.Г. Биологически активные вещества: новые принципы поиска. М.: Наука, 1986. 362 с.
13. Семенухина М.В., Новокова И.И., Романенко С.П., Савченко О.А., Рождественская Л.Н. Результаты экспериментального изучения протективного воздействия комплекса витаминов и минеральных веществ на морфологическое состояние внутренних органов-мишеней лабораторных животных в моделированных условиях арктической зоны // Медицина труда и экология человека. 2024. №3. С. 92-112. Doi: 10.24412/2411-3794-2024-10306.
14. Palinkas L.A., Suedfeld P. Psychological Effects of Polar Expeditions // Lancet. 2008 Jan 12. V.371. No.9607. P. 153-63.
15. Дубинина Н.И., Корнеева Я.А., Дегтева Г.Н. Субъективная оценка нарушений сна строителей магистральных газопроводов, работающих вахтовым методом в условиях Арктики // Фундаментальные исследования. 2015. №2. С. 166-170.
16. Корнеева Я.А., Толобаева Т.О., Симонова Н.Н. Регуляторные процессы как личностный маркер психологической безопасности работников нефтегазодобывающих компаний при вахтовой организации труда в условиях Арктики // Психолог. 2018. №2. С. 38-47.
17. Zhang J., He M., Wang X., et al. Association of Sleep Duration and Risk of Mental Disorder: a Systematic Review and Meta-Analysis // Sleep Breath. 2024. No.28. P. 261–280.
18. Zuraitkat F.M., Wood R.A., Barragán R., St-Onge M.P. Sleep and Diet: Mounting Evidence of a Cyclical Relationship // Annu Rev Nutr. 2021 Oct 11. No.41. P. 309-332. Doi: 10.1146/annurev-nutr-120420-021719. Epub 2021 Aug 4. PMID: 34348025; PMCID: PMC8511346.
19. Корчина Т.Я., Гайков М.О., Корчин В.И. Взаимосвязь параметров психоэмоционального состояния и микронутриентного статуса у медработников севера (на примере окружной клинической больницы г. Ханты-Мансийска) // Современные вопросы биомедицины. 2024. Т.8. №2. С. 105-114. Doi: 10.24412/2588-0500-2024\_08\_02\_12.
20. Flynn-Evans E.E., Barger L.K., Kubey A.A., Sullivan J.P., Czeisler C.A. Circadian Misalignment Affects Sleep and Medication Use Before and during Spaceflight // NPJ Microgravity. 2016 Jan 7. No.2. P. 15019. Doi: 10.1038/npjmicrograv.2015.19.
21. Симонова Н.Н., Тункина М.А., Корнеева Я.А., Трофимова А.А. Адаптивность как предиктор изменений функциональных состояний участников морской научной экспедиции в Арктику // Национальный психологический журнал. 2022. Т.4. №48. С. 65-79.
22. Murray J.M., Sletten T.L., Magee M., Gordon C., Lovato N., Bartlett D.J., Kenaway D.J., Lack L.C., Grunstein R.R., Lockley S.W., Rajaratnam S.M. Delayed Sleep on Melatonin (DelSoM) Study Group. Prevalence of Circadian Misalignment and Its Association with Depressive Symptoms in Delayed Sleep Phase Disorder // Sleep. 2017 Jan 1. V.40. No.1. Doi: 10.1093/sleep/zsw002.
23. Дрыгина Л.Б. Факторы профессионального риска и оценка функционального состояния организма лиц опасных профессий (обзор литературы) // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. Т.10. №148. С. 25. Doi: 10.60797/IJRI.2024.148.53
24. Ancoli-Israel S., Martin J.L., Blackwell T., Buenaver L., Liu L., Meltzer L.J., Sadeh A., Spira A.P., Taylor D.J. The SBSM Guide to Actigraphy Monitoring: Clinical and Research Applications // Behav Sleep Med. 2015. V.13. Suppl 1. P. S4-S38. Doi: 10.1080/15402002.2015.1046356.
25. Дунаевский Л.В., Индурский П.А. Способ нормализации архитектуры сна больных депрессиями, тревожными расстройствами, обсессивно-компульсивными расстройствами и тяжелыми инсомниями посредством импульсной магнитной и электростимуляции во время медленноволновых фаз ночного сна человека: Патент РФ №2304988. 27.08.2007.
26. Bottari S.A., Lamb D.G., Porges E.C., Murphy A.J., Tran A.B., Ferri R., Jaffee M.S., Davila M.I., Hartmann S., Baumert M., Williamson J.B. Preliminary Evidence of Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation Effects on Sleep in Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder // J Sleep Res. 2024 Feb. V.33. No.1. P. e13891. Doi: 10.1111/jsr.13891.

## REFERENCES

1. Danishevskiy G.M. *Akklimatizatsiya Cheloveka na Severe (s Ocherkom Krayevooy Patologii i Gigiyeny)* = Human Acclimatization in the North (with an Essay on Regional Pathology and Hygiene). Moscow, Medgiz Publ., 1955. 358 p. (In Russ.).
2. Murtazina Ye.P., Korobeynikova I.I., Poskotinova L.V., Karatygin N.A., Pertsov S.S. Analysis of Cognitive Functions and Neurophysiological Processes during Human Adaptation to Arctic Conditions. *Rossiyskiy Mediko-Biologicheskiy Vestnik im. Akademika I.P.Pavlova* = I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald. 2023;31;2:293-304 (In Russ.).
3. Tsfasman A.Z., Alpáyev D.V. Natural Illumination and Circadian Rhythms of Blood Pressure. *Arterial'naya Gipertenziya* = Arterial Hypertension. 2011;17;4:333-336 (In Russ.).
4. Salvesen R., Bekkelund S.I. Migraine, as Compared to other Headaches, is Worse during Midnight-Sun Summer than during Polar Night. A Questionnaire Study in an Arctic Population. *Headache*. 2000 Nov-Dec;40;10:824-9. Doi: 10.1046/j.1526-4610.2000.00149.x. PMID: 11135027.
5. Björkstén K.S., Bjerregaard P., Kripke D.F. Suicides in the Midnight Sun—a Study of Seasonality in Suicides in West Greenland. *Psychiatry Research*. 2005;133;2-3:205–213. Doi: 10.1016/j.psychres.2004.12.002.
6. Czeisler C.A., Gooley J.J. Sleep and Circadian Rhythms in Humans. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*. 2007;72:579-97. Doi: 10.1101/sqb.2007.72.064.
7. Sasseville A., Paquet N., Sévin E., Hébert M. Blue Blocker Glasses Impede the Capacity of Bright Light to Suppress Melatonin Production. *Journal of Pineal Research*. 2006;41;1:73-78.
8. Terman M., Terman J.S. Controlled Trial of Naturalistic Dawn Simulation and Negative Air Ionization for Seasonal Affective Disorder.

- Am J Psychiatry. 2006 Dec;163;12:2126-33.
9. Arendt J. The Pineal Gland and Pineal Tumours / Ed. Feingold K.R., Ahmed S.F., Anawalt B., Blackman M.R., Boyce A., Chrousos G., Corpas E., de Herder WW, Dhatriya K., Dungan K., Hofland J., Kalra S., Kaltsas G., Kapoor N., Koch C., Kopp P., Korbonits M., Kovacs C.S., Kuohung W., Laferrère B., Levy M., McGee E.A., McLachlan R., Muzumdar R., Purnell J., Rey R., Sahay R., Shah A.S., Singer F., Sperling M.A., Stratakis C.A., Trence D.L., Wilson D.P. South Dartmouth (MA), MDText.com, Inc. Endotext 2011 Jan 1. 2000 p. PMID: 25905333.
  10. Burgess H.J., Emens J.S. Circadian-Based Therapies for Circadian Rhythm Sleep-Wake Disorders. *Curr Sleep Med Rep*. 2016 Sep;2;3:158-165.
  11. Barenboym G.M., Kozlova N.B. Use of Eleutherococcus Extract to Enhance Human Biological Resistance when Exposed to Various Adverse Environmental Factors. *Eleuterokokk -Strategiya Primeneniya i Novyye Dannyye Fundamental'nykh Issledovaniy* = Eleutherococcus - Application Strategy and New Data from Fundamental Research. Moscow Publ., 1985. P. 7–20 (In Russ.).
  12. Barenboym G.M., Malenkov A.G. *Biologicheski Aktivnyye Veshchestva: Novyye Printsipy Poiska* = Biologically Active Substances: new Principles of Search. Moscow, Nauka Publ., 1986. 362 p. (In Russ.).
  13. Semenikhina M.V., Novikova I.I., Romanenko S.P., Savchenko O.A., Rozhdestvenskaya L.N. Results of an Experimental Study of the Protective Effect of a Complex of Vitamins and Minerals on the Morphological State of Internal Target Organs of Laboratory Animals Under Simulated Conditions of the Arctic Zone. *Meditsina Truda i Ekologiya Cheloveka* = Occupational Medicine and Human Ecology. 2024;3:92-112. Doi: 10.24412/2411-3794-2024-10306 (In Russ.).
  14. Palinkas L.A., Suedfeld P. Psychological Effects of Polar Expeditions. *Lancet*. 2008;Jan 12;371;9607:153-63.
  15. Dubinina N.I., Korneyeva Ya.A., Degteva G.N. Subjective Assessment of Sleep Disorders of Main Gas Pipeline Builders Working on a Rotational Basis in the Arctic. *Fundamental'nyye Issledovaniya* = Fundamental Research. 2015;2:166-170 (In Russ.).
  16. Korneyeva Ya.A., Tyulyubayeva T.O., Simonova N.N. Regulatory Processes as a Personal Marker of Psychological Safety of Workers of Oil and Gas Producing Companies under Shift Work Organization in the Arctic. *Psikholog* = Psychologist. 2018;2:38-47 (In Russ.).
  17. Zhang J., He M., Wang X., et al. Association of Sleep Duration and Risk of Mental Disorder: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep Breath*. 2024;28:261–280.
  18. Zuraikat F.M., Wood R.A., Barragán R., St-Onge M.P. Sleep and Diet: Mounting Evidence of a Cyclical Relationship. *Annu Rev Nutr*. 2021;Oct11;41:309-332. Doi: 10.1146/annurev-nutr-120420-021719. Epub 2021 Aug 4. PMID: 34348025; PMCID: PMC8511346.
  19. Korchina T.Ya., Gaykov M.O., Korchin V.I. The Relationship between the Parameters of the Psychoemotional State and Micronutrient Status in Health Workers of the North (on the Example of the Khanty-Mansiysk District Clinical Hospital). *Sovremennyye Voprosy Biomeditsiny* = Modern Issues of Biomedicine. 2024;8;2:105-114 (In Russ.). Doi: 10.24412/2588-0500-2024\_08\_02\_12.
  20. Flynn-Evans E.E., Barger L.K., Kubey A.A., Sullivan J.P., Czeisler C.A. Circadian Misalignment Affects Sleep and Medication Use Before and during Spaceflight. *NPJ Microgravity*. 2016;Jan7;2:15019. Doi: 10.1038/npjmicrograv.2015.19.
  21. Simonova N.N., Tunkina M.A., Korneyeva Ya.A., Trofimova A.A. Adaptability as a Predictor of Changes in the Functional States of Participants of a Marine Scientific Expedition to the Arctic. *Natsional'nyy Psikhologicheskyy Zhurnal* = National Psychological Journal. 2022;448:65-79 (In Russ.).
  22. Murray J.M., Sletten T.L., Magee M., Gordon C., Lovato N., Bartlett D.J., Kennaway D.J., Lack L.C., Grunstein R.R., Lockley S.W., Rajaratnam S.M. Delayed Sleep on Melatonin (DelSoM) Study Group. Prevalence of Circadian Misalignment and Its Association with Depressive Symptoms in Delayed Sleep Phase Disorder. *Sleep*. 2017;Jan1;40;1. Doi: 10.1093/sleep/zsw002.
  23. Drygina L.B. Occupational Risk Factors and Assessment of the Functional State of the Body of Persons in Hazardous Occupations (Literature Review). *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal* = International Research Journal. 2024;10;148:25. Doi: 10.60797/IRJ.2024.148.53
  24. Ancoli-Israel S., Martin J.L., Blackwell T., Buenaver L., Liu L., Meltzer L.J., Sadeh A., Spira A.P., Taylor D.J. The SBSM Guide to Actigraphy Monitoring: Clinical and Research Applications. *Behav Sleep Med*. 2015;13;Suppl 1:S4-S38. Doi: 10.1080/15402002.2015.1046356.
  25. Dunayevskiy L.V., Indurskiy P.A. *Sposob Normalizatsii Arkhitektury Sna Bol'nykh Depressiyami, Trevozhnymi Rasstroystvami, Obsessivno-Kompul'sivnymi Rasstroystvami i Tyazhelymi Insomniyami Posredstvom Impul'snoy Magnitnoy i Elektrostimulyatsii vo Vremya Medlennovolnovykh Faz Nochnogo Sna Cheloveka* = Method for Normalizing Sleep Architecture in Patients with Depression, Anxiety Disorders, Obsessive-Compulsive Disorders and Severe Insomnia by Means of Pulsed Magnetic and Electrical Stimulation during Slow-Wave Phases of Human Nocturnal Sleep. Russian Federation Patent No.2304988. August 27, 2007 (In Russ.).
  26. Bottari S.A., Lamb D.G., Porges E.C., Murphy A.J., Tran A.B., Ferri R., Jaffee M.S., Davila M.I., Hartmann S., Baumert M., Williamson J.B. Preliminary Evidence of Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation Effects on Sleep in Veterans with Post-Traumatic Stress Disorder. *J Sleep Res*. 2024 Feb;33;1:e13891. Doi: 10.1111/jsr.13891.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 12.08.2025. Принята к публикации: 25.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 12.08.2025. Accepted for publication: 25.09.2025

Ф.А. Мавлиев<sup>1</sup>, Д.К. Коровина<sup>1</sup>, Н.В. Рылова<sup>2</sup>

## ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПИЩИ НА ПОКАЗАТЕЛИ БИОИМПЕДАНСА

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», г. Казань, Россия  
<sup>2</sup>ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

### Резюме

Биоимпедансометрия широко применяется в научной и клинической практике для оценки компонентного состава тела. Однако известно, что на результаты биоимпедансного анализа могут оказывать влияние различные внешние факторы, включая приём пищи. Целью настоящего исследования стало изучение характера и степени изменений биоимпедансных показателей после однократного приёма пищи, а также выявление возможных корреляций этих изменений с объёмом потреблённой пищи и жидкости. В исследовании приняли участие студенты мужского пола, биоимпедансный анализ проводился на приборе InBody 770 дважды – до и спустя 10 минут после приёма пищи. Полученные данные показали статистически значимое повышение большинства показателей состава тела, особенно объёма воды, белка, мышечной и безжировой массы. При этом содержание жира оставалось неизменным. Корреляционный анализ выявил обратные зависимости между объёмом принятой пищи и рядом параметров, включая фазовый угол нижних конечностей. Полученные результаты подчёркивают необходимость строгой стандартизации условий проведения биоимпедансного анализа, в частности – учёта времени и объёма последнего приёма пищи, для обеспечения корректной интерпретации данных.

**Ключевые слова:** биоимпедансометрия, приём пищи, состав тела, фазовый угол, внутриклеточная жидкость, стандартизация измерений

**Для цитирования:** Мавлиев Ф.А., Коровина Д.К., Рылова Н.В. Влияние приема пищи на показатели биоимпеданса // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 44–47. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-44-47

F.A. Mavliev<sup>1</sup>, D.K. Korovina<sup>1</sup>, N.V. Rylova<sup>2</sup>

## Effect of Food Intake on Bioimpedanceometric Parameters

<sup>1</sup>Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia  
<sup>2</sup>International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Rylova Natal'ya Victorovna: rilovanv@mail.ru

### Abstract

Bioimpedance analysis is widely used in scientific and clinical practice to assess component body composition. However, it is known that the results of bioimpedance analysis can be influenced by various external factors, including food intake. The purpose of this study was to investigate the nature and extent of changes in bioimpedance parameters after a single meal and to identify possible correlations of these changes with the amount of food and liquid consumed. Male students participated in the study, bioimpedance analysis was performed on the InBody 770 device twice - before and 10 minutes after a meal. The data obtained showed a statistically significant increase in most body composition parameters, especially water volume, protein, muscle and fat-free mass, and mineral content. At the same time, the fat content remained unchanged. Correlation analysis revealed inverse relationships between the volume of food ingested and a number of parameters, including lower limb phase angle. The obtained results emphasize the need for strict standardization of bioimpedance analysis conditions, in particular, taking into account the time and volume of the last meal to ensure correct interpretation of the data.

**Keywords:** bioelectrical impedance analysis, food intake, body composition, phase angle, intracellular water, measurement standardization

**For citation:** Mavliev FA, Korovina DK, Rylova NV. Effect of Food Intake on Bioimpedanceometric Parameters. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:44-47. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-44-47

### Введение

Оценка компонентного состава тела посредством применения различных систем биоимпедансного анализа (БИА) является широко распространённой процедурой косвенной оценки состава тела [1]. Данный вид анализа является контакт-

ным, неинвазивным, быстрым и относительно доступным методом оценки состава тела, активно применяемым в спортивной медицине, диетологии, геронтологии, нефрологии и онкологии [2]. В спортивной науке БИА используется для мониторинга изменений гидратационного статуса и

оценки эффективности тренировочных программ [3]. В клинической практике метод применяется для оценки нутритивного статуса пациентов с кахексией, ожирением, хроническими болезнями почек, онкологическими и другими заболеваниями. При этом одним из наиболее значимых параметров является фазовый угол, отражающий целостность клеточных мембран и общий обмен веществ. Высокие значения фазового угла, как правило, ассоциируют с метаболическим здоровьем, сниженным риском госпитализации и летального исхода при различных заболеваниях [4].

В основе метода биоимпедансометрии лежат механизмы измерения электрической проводимости биологических тканей [5]. Поскольку биоимпеданс измеряет только сопротивление тканей, оценка состава тела осуществляется косвенно – с помощью моделей. При этом, как отмечают исследователи, результаты биоимпедансометрии могут меняться из-за различных факторов, среди которых прием пищи, физические нагрузки, положение тела, температура окружающей среды. Несмотря на широкое распространение метода БИА, в научной литературе по-прежнему отмечается недостаточная стандартизация условий проведения анализа, что ограничивает воспроизводимость и точность результатов [6]. Например, биоимпедансный анализ, проведенный после приема пищи приводит к увеличению расчетного значения процента жира в организме примерно на 1 % [7, 8], а эффект изменений от приема пищи длится 3-4 часа в виде снижения показателей биоимпеданса [9]. Прием воды, вне приема пищи, так же может вызвать изменения [10]. Изменения гидратации, в том числе в результате использования диет, приводящих к снижению уровня гликогена и воды, связанной с ней, могут значимо исказить уровень жидкости в организме и как следствие – изменение показателей биоимпедансометрии [11]. При этом авторы говорят о клинической незначимости данных изменений, несмотря на их статистическую значимость.

Кроме приема пищи, фактором, меняющим показатели биоимпедансометрии, является положение тела в момент измерения и длительность его поддержания до измерения. Например, длительная вертикализация тела до выполнения процедуры биоимпедансометрии, меняет показатель количества внутриклеточной жидкости [10, 12].

Физические нагрузки высокой интенсивности непосредственно перед выполнением измерений могут исказить показатели, что по всей видимости обусловлено усилением активации кровотока рабочих мышц и перераспределением жидкости вследствие этого [13, 14].

Целью настоящего исследования стало выявление характера и степени изменений показателей биоимпедансометрии под влиянием однократного приема пищи у здоровых лиц.

### Материалы и методы

Исследование было организовано на базе Научно-исследовательского института физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФК-

СиТ», в нем приняли участие 9 студентов первого курса мужского пола (18,4±0,7 лет). За сутки до исследования участники ограничили интенсивную физическую нагрузку.

Для оценки компонентного состава тела была использована многочастотная система биоимпедансного анализа InBody 770 (Южная Корея), основанная на методе прямого сегментального измерения. Анализ проводился в вертикальном положении в помещении с температурой воздуха 22 – 24 °С. В анализ были взяты следующие показатели биоимпедансометрии в положении стоя: масса скелетных мышц (кг), безжировая масса (кг), масса мягких тканей без жира (кг), масса минералов и белка (кг), внутриклеточная и общая вода (кг), показатели фазового угла, рук, ног и туловища (градусы).

Биоимпедансный анализ был осуществлен дважды: первый раз натощак, в утренние часы (с 9:00 до 10:00) до приема еды и жидкости, второй – в течение 10 минут после однократного приема пищи. Пищевой рацион был разным по объему у каждого участника, составленный из единого меню. Количество потребленной пищи фиксировалось в граммах и миллилитрах, согласно данным, представленным в меню. Средний объем однократного приема пищи в исследуемой выборке, в среднем, составил 772,2±330,2 граммов, из которых 492,2±275,3 грамма составила твердая пища в виде овощей, круп и мясных блюд и 346,7±148,2 – жидкость (вода/чай/компот/сок).

Для оценки корреляционных связей между параметрами биоимпедансометрии был проведен корреляционный анализ по Спирману с расчетом доверительных интервалов. Статистически значимыми считались корреляции, для которых значение  $p < 0,05$  и 95 %-ный доверительный интервал не включает ноль. Для оценки статистически значимых изменений до и после приема пищи использовался критерий Уилкоксона.

### Результаты и их обсуждение

Результаты анализа показали, что после еды основное количество показателей статистически значимо изменяется (рис. 1): практически одинаково повышается показатель общего объема воды в организме, объема внутриклеточной воды и объема белка на 1,9 % ( $p=0,008$  для воды,  $p=0,011$  для белка), повысились показатели, отражающие массу безжирового компонента органов и мышц на 1,8 % ( $p=0,008$ ) и показатели отражающие мышечную массу на 2,05 % ( $p=0,008$ ). При этом следует заметить, что имеется существенная групповая вариативность изменений, частично объясняемая количеством принятой еды и воды. Например, динамика массы скелетных мышц имела обратные корреляции с количеством принятой еды и воды  $r=-0,74$  (г от -0,94 до -0,14, при  $p=0,021$ ), а масса мягких тканей без жира –  $r=-0,78$  (г от -0,95 до -0,23, при  $p=0,013$ ). Так же обратные корреляции были и с динамикой без жировой массы -  $r=-0,7$  (г от -0,93 до -0,04, при  $p=0,036$ ), но доверительный интервал приближается почти захватывает ноль. При этом, несмотря на то,

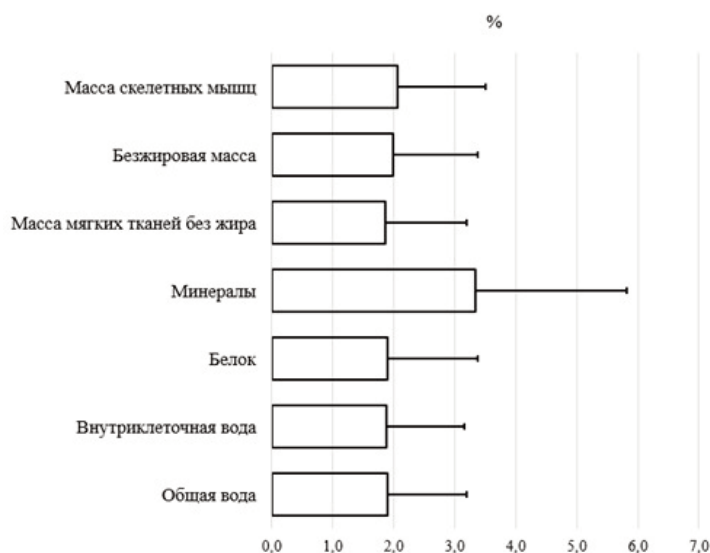


Рис. 1. Процент изменений некоторых показателей состава тела после приема пищи  
Fig. 1. Percentage of changes in some body composition parameters after a meal

что БИА состава тела это изначально использовался для оценки количества жидкости в организме (Ward L. С., 2022), не выявлено корреляций между количеством принятой воды в ходе приема пищи (от 200 до 570 мл) с изменениями в показателях БИА.

Большее повышение отмечалось для показателя содержания минералов, которое повысилось на 3,4 % ( $p=0,011$ ). Изменения содержания жира как в килограммах ( $p=0,12$ ), так и в процентах ( $p=0,66$ ) не носили статистически значимый характер. При этом эти показатели не имели положительной корреляции с количеством как принимаемой пищи, так и воды. Для показателей общего и внутриклеточного количества воды фиксировалась отрицательные корреляции с суммарным количеством принимаемой пищи и воды  $r=-0,74$  ( $r$  от  $-0,94$  до  $-0,14$ , при  $p=0,021$ ), сходная корреляция отмечалась и с относительной массой принятой пищи  $r=-0,72$  ( $r$  от  $-0,94$  до  $0,08$ , при  $p=0,029$ ). Следует заме-

тить, что 95 процентный доверительный диапазон для последней корреляции очень близок к нулю, что может указывать на высокую вероятность случайного характера результата, т.е. результат возможно не будет воспроизводиться в генеральной выборке. Сходные изменения отмечались и в показателях сегментов тела. Возможно, обнаруженная динамика связана с тем, что прием пищи вызывает задержку жидкости в желудочно-кишечном тракте, что в целом может снижать объем внутриклеточной жидкости.

Показатель фазового угла ног, туловища и рук, при сравнительном анализе данных до и после приема пищи, не демонстрировал статистически значимые изменения. В то же время корреляционный анализ показал определенную зависимость фазового угла ног от суммарного количества принимаемой пищи и воды (рис. 1): чем больше совокупный объем пищи и воды, тем больше снижается фазовый угол. При этом, корреляции

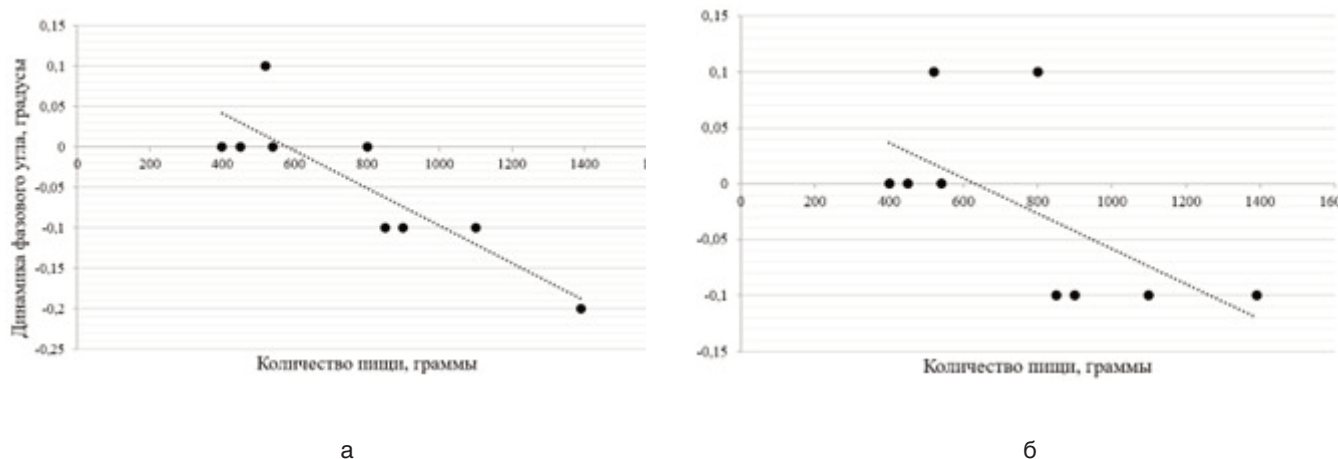


Рис. 2. Динамика фазового угла (50 кГц) для правой (а) и левой (б) ног после приема пищи  
Fig. 2. Phase angle dynamics (50 kHz) for the right (a) and left (b) legs after a meal

отмечались и при сопоставлении показателей фазового угла, и с количеством съеденной пищи, но их величины были менее выражены:  $r = -0.79$  ( $r$  от  $-0.9$  до  $-0.24$ , при  $p = 0.01$ ) для правой ноги и  $r = -0.7$  ( $r$  от  $-0.9$  до  $-0.05$ , при  $p = 0.03$ ). При этом не было корреляций с количеством выпитой воды, что возможно связано с меньшим ее количеством –  $0,35 \pm 0,15$  гр, тогда как масса только еды –  $0,49 \pm 0,27$  гр, а в совокупности масса воды и еды –  $1,4 \pm 0,33$  гр.

Наиболее выраженная корреляция отмечалась с фазовым углом правой ноги  $r = -0.86$  ( $r$  от  $-0.97$  до  $-0.45$ , при  $p = 0,003$ ), меньшая с показателями левой ноги  $r = -0.75$  ( $r$  от  $-0.94$  до  $-0.14$ , при  $p = 0,02$ ). С фазовым углом остальных частей тела корреляций не обнаружено.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что прием пищи оказывает статистически значимое влияние на большинство параметров биоимпедансометрии, включая объем воды, белка, мышечной и безжировой массы, при этом наибольшее увеличение наблюдалось для последнего показателя. Корреляционный анализ выявил обратные связи между объемом принятой пищи и воды и изменениями ряда показателей состава тела, включая фазовый угол нижних конечностей. Это указывает на необходимость стандартизации условий проведения биоимпедансного анализа, с учетом времени и количества последнего приема пищи для избежание искажения результатов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Ward L.C. Bioelectrical Impedance Analysis for Body Composition Assessment: Reflections on Accuracy, Clinical Utility, and Standardisation. *Eur J Clin Nutr.* 2019;73;2:194–199.
2. Kyle U.G., Bosaeus I., De Lorenzo A.D., Deurenberg P., Elia M., Gomez J.M., et al. Bioelectrical Impedance Analysis. Part I. Review of Principles and Methods. *Clin Nutr.* 2004;23;5:1226–1243. doi: 10.1016/j.clnu.2004.06.004. PMID:15380917.
3. Коровина Д.К., Мавлиев Ф.А. Оценка гидратированности организма тхэквондисток в день взвешивания и в день поединков, методом биоимпедансного анализа // Актуальные медико-биологические проблемы спорта и физической культуры: Матер. Международной научно-практической конференции. Волгоград, 27-28 февраля 2024 г. Волгоград, 2024. С. 45–48 [Korovina D.K., Mavliyev F.A. Assessment of the Hydration Level of Female Taekwondo Athletes on the Day of Weighing and on the Day of Fights Using Bioimpedance Analysis. *Aktual'nyye Mediko-Biologicheskiye Problemy Sporta i Fizicheskoy Kul'tury* = Actual Medical and Biological Problems of Sports and Physical Education. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Volgograd, February 27-28, 2024 Volgograd Publ., 2024. P 45–48 (In Russ.)].
4. Ward L.C., Brantlov S. Bioimpedance Basics and Phase Angle Fundamentals. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24;3:381–391. doi: 10.1007/s11154-022-09780-3. PMID:36749540.
5. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. 392 с. [Nikolayev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. *Bioimpedansnyy Analiz Sostava Tela Cheloveka* = Bioimpedance Analysis of Human Body Composition. Moscow, Nauka Publ., 2009. 392 p. (In Russ.)].
6. Mialich M.S., Jmf S., Jordao A.A. Analysis of Body Composition: a Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *Int J Clin Nutr.* 2014;2;1:1–10.
7. Androutsos O., Grammatikaki E., Karanikolou A., Reilly J., Edwards C.A. Impact of Eating and Drinking on Body Composition Measurements by Bioelectrical Impedance. *J Hum Nutr Diet.* 2015;28;2:165–171.
8. Hirsch K.R., Smith-Ryan A.E. Effect of Acute Feeding on Raw Bioimpedance Values and Body Water Estimates in Healthy Adults: 1970. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;54;9S:586.
9. Slinde F., Rossander-Hulthen L. Bioelectrical Impedance: Effect of 3 Identical Meals on Diurnal Impedance Variation and Calculation of Body Composition. *Am J Clin Nutr.* 2001;74;4:474–478.
10. Tinsley G.M., Stratton M., Harty P.S., Williams D.A., White S.J., Rodriguez C., et al. Influence of Acute Water Ingestion and Prolonged Standing on Raw Bioimpedance and Subsequent Body Fluid and Composition Estimates. *J Electr Bioimp.* 2022;13;1:10.
11. Deurenberg P., Weststrate J.A., Hautvast J.G. Changes in Fat-Free Mass during Weight Loss Measured by Bioelectrical Impedance and by Densitometry. *Am J Clin Nutr.* 1989;49;1:33–36.
12. Slinde F., Bark A., Jansson J., Rossander-Hulthen L. Bioelectrical Impedance Variation in Healthy Subjects during 12 H in the Supine Position. *Clin Nutr.* 2003;22;2:153–157.
13. Мавлиев Ф.А., Рылова Н.В., Коровина Д.К. Динамика показателей биоимпедансного анализа после дозированной физической нагрузки // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. 2024. Т.3. №2. С. 7–11 [Mavliyev F.A., Rylova N.V., Korovina D.K. Dynamics of Bioimpedance Analysis Indicators after Dosed Physical Activity. *Rossiyskiy Zhurnal Sportivnoy Nauki: Meditsina, Fiziologiya, Trenirovka* = Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training. 2024;3;2:7–11 (In Russ.)].
14. Yamaguchi S., Inami T., et al. Bioimpedance Analysis for Identifying New Indicators of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sci Rep.* 2024;14;1:15299.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 23.04.2025. Принята к публикации: 30.05.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 23.04.2025. Accepted for publication: 30.05.2025

Ф.В. Тахавиева, Р.Р. Хасанова

## РОЛЬ ПРЕАБИЛИТАЦИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ВНЕДРЕНИЯ В КЛИНИЧЕСКУЮ ПРАКТИКУ

ФГБОУ ВО "Казанский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения РФ, г. Казань

Контактное лицо: Хасанова Рузалия Рамилевна: ms.rosalie.98@mail.ru

### Резюме

**Цель:** обобщение современных данных мировой литературы о роли преабилитации в комплексном лечении рака молочной железы.

**Материал и методы:** выполнен анализ данных отечественной и зарубежной литературы о роли преабилитации в комплексном лечении рака молочной железы. Поиск проводился с использованием электронных баз данных MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY, PubMed и Google Академия за период с 2010 г. по 2024 г.

**Результаты:** рак молочной железы (РМЖ) – заболевание, поражающее женщин старше 35 лет, на его долю приходится 25 % всех новых случаев онкологии во всем мире. Лечение РМЖ может включать хирургическое вмешательство, лучевую и лекарственную противоопухолевую терапию, нередко гормональную терапию, которые могут сопровождаться различными нежелательными явлениями, ухудшающими функциональное состояние и снижающими качество жизни. Преабилитация сформировалась в качестве стратегии упреждающего действия при подготовке пациентов к операции и улучшению результатов восстановления. Преабилитация затрагивает период между установлением диагноза и началом лечения, включая в себя оценку физического и психологического статуса пациента для установления базового функционального уровня, выявления нарушений и предоставления целевых вмешательств, направленных на улучшение здоровья и снижение будущих осложнений. Исследования показывают, что целевые программы упражнений могут положительно влиять на физическую функцию и качество жизни данной группы пациентов. Однако имеющиеся данные об эффективности программ преабилитации остаются неубедительными, и необходимы дальнейшие исследования для лучшего понимания их влияния на результаты лечения пациентов РМЖ. На данный момент необходимы дальнейшие исследования, направленные на изучение роли преабилитации для совершенствования стратегий вмешательства, подтверждения эффективности преабилитации в улучшении результатов лечения больных РМЖ.

**Заключение:** таким образом, текущие исследования имеют решающее значение для совершенствования стратегий вмешательства, повышения вовлеченности пациентов и, в конечном итоге, подтверждения эффективности преабилитации в улучшении результатов лечения больных РМЖ. В будущем преабилитация, вероятно, станет стандартом лечения в онкологии. Развитие технологий, таких как телемедицина, позволит расширить доступ к программам преабилитации для пациентов в отдаленных регионах. Дальнейшие исследования помогут оптимизировать программы подготовки, сделав их более эффективными и доступными.

**Ключевые слова:** рак молочной железы, преабилитация

**Для цитирования:** Тахавиева Ф. В., Хасанова Р.Р. Роль преабилитации в комплексном лечении рака молочной железы: анализ эффективности и внедрения в клиническую практику //Клинический вестник ФМБЦ им А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 48–52. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-48-52

F.V. Takhavieva, R.R. Khasanova

## The Role of Prehabilitation in the Comprehensive Treatment of Breast Cancer: an Analysis of Effectiveness and Implementation in Clinical Practice

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kazan, Russia

Contact person: Khasanova Ruzalia Ramilevna: ms.rosalie.98@mail.ru

### Abstract

**Background:** to summarize current data from the world literature on the role of prehabilitation in the complex treatment of breast cancer.

**Material and methods:** the analysis of data from domestic and foreign literature on the role of prehabilitation in the complex treatment of breast cancer has been performed. The search was conducted using the electronic databases MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLibrary, PubMed and Google Academy for the period from 2010 to 2024.

**Results:** breast cancer is a disease affecting women over the age of 35, accounting for 25 % of all new cancer cases worldwide. Breast cancer treatment includes surgery, radiation and chemotherapy, and often hormone therapy. Pre-rehabilitation emerged as a proactive approach to preparing patients for surgery and improving recovery outcomes. It affects the period between diagnosis

and the start of treatment, including physical and psychological assessments to establish a basic functional level, identify disorders and provide targeted interventions aimed at improving health and reducing future complications, and is an important component in the treatment of breast cancer patients. Research shows that targeted exercise programs can positively affect the physical function and well-being of this group of patients. However, the available evidence on the effectiveness of pre-rehabilitation programs remains inconclusive, and further research is needed to better understand their impact on cancer treatment and recovery outcomes. At the moment, further research is needed to explore the role of prehabilitation to improve intervention strategies and confirm the effectiveness of prehabilitation in improving treatment outcomes for breast cancer patients.

**Conclusion:** therefore, current research is crucial to improve intervention strategies, increase patient engagement, and ultimately confirm the effectiveness of prehabilitation in improving treatment outcomes for breast cancer patients. In the future, pre-rehabilitation is likely to become the standard of treatment in oncology. The development of technologies such as telemedicine will expand access to pre-rehabilitation programs for patients in remote regions. Further research will help optimize training programs, making them more effective and accessible.

**Keywords:** *breast cancer; prehabilitation*

**For citation:** Takhavieva FV, Khasanova RR. The Role of Prehabilitation in the Comprehensive Treatment of Breast Cancer: an Analysis of Effectiveness and Implementation in Clinical Practicen. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:48-52. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-48-52

## Введение

Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее распространенным злокачественным заболеванием, поражающим женщин старше 35 лет, на его долю приходится 25 % всех новых случаев рака во всем мире [1]. Заболевание характеризуется неконтролируемым делением аномальных клеток, которые могут проникать в окружающие ткани и метастазировать через кровеносную и лимфатическую системы. В 2018 году GLOBOCAN сообщил о приблизительно 18,1 миллионах новых случаев рака и 9,6 миллионах смертей, связанных с раком, во всем мире, что подчеркивает значительное бремя для здоровья, создаваемое этим заболеванием [2].

Лечение РМЖ часто включает хирургические вмешательства, лучевую терапию и системные методы лечения, такие как химиотерапия и гормональная терапия. Хирургические методы могут варьироваться от органосохраняющей операции до мастэктомии, в зависимости от стадии заболевания [1].

Несмотря на достижения в хирургических методах и адъювантной терапии, пациенты часто испытывают побочные эффекты после лечения, включая боль, нарушение функции верхних конечностей, лимфедему, усталость и депрессию [1]. Преабилитация сформировалась в качестве стратегии упреждающего действия при подготовке пациентов к операции и улучшению результатов восстановления. Преабилитация затрагивает период между установлением диагноза и началом лечения, включая в себя оценку физического и психологического статуса пациента для установления базового функционального уровня, выявления нарушений и предоставления целевых вмешательств, направленных на улучшение здоровья и снижение будущих осложнений [2, 3]. Преабилитация – это процесс выявления и оценки факторов, которые могут поставить под угрозу физическое и психологическое здоровье пациентов, проходящих лечение рака, и реализация вмешательства для борьбы с такими проблемами. В онкологии преабилитация стала активно изучаться в 2000-х годах, когда врачи осознали, что пациенты с онкологическими заболеваниями часто имеют сопутствующи-

щие патологии, такие как анемия, истощение или депрессия, которые ухудшают прогноз лечения. Это привело к разработке комплексных программ, включающих физическую подготовку, нутритивную поддержку и психологическую помощь [4].

Использование преабилитации в онкологии дало положительные результаты при раке прямой кишки, легких и брюшной полости. Стратегии преабилитации имеют потенциал для улучшения ведения пациентов, получающих лучевую терапию или химиолучевую терапию [5].

Значительная часть публикаций по преабилитации пациентов с раком молочной железы появилась в последние годы: 71,9 % исследований были опубликованы в период с 2010 по 2022 год, и лишь 22 % – в период с 2000 по 2009 год [3]. Эта тенденция подчеркивает растущий интерес к исследованиям, рассматривая преабилитацию как средство улучшения результатов лечения РМЖ у пациентов.

Данные свидетельствуют о том, что программы предварительной реабилитации могут привести к уменьшению послеоперационных осложнений, сокращению сроков пребывания в больнице и улучшению функциональных результатов, таких как пройденное расстояние, сила ног и общая мышечная сила [2,3]. Систематический обзор реабилитационных вмешательств у пациентов с РМЖ показывает, что в планы лечения были включены различные методы, включая упражнения, обучение пациентов и мануальную терапию. Однако большинство исследований были сосредоточены на послеоперационной реабилитации [3].

В литературе представлен широкий спектр реабилитационных вмешательств, направленных на улучшение результатов для пациентов с раком молочной железы, проходящих предварительную реабилитацию. Отмечается, что предоперационные физические упражнения могут значительно повысить аэробную функциональную способность, о чем свидетельствуют улучшения в баллах теста 6-минутной ходьбы (6MWT). Заметное увеличение на  $57,10 \pm 24,0$  метра было отмечено от исходного уровня до предоперационных оценок, с устойчивым общим увеличением на  $62,90 \pm 24,00$  метра к окончательной

оценке исследования. Это изменение почти в три раза превышает минимальное клинически значимое различие, выявленное в других группах больных раком, что позволяет предположить, что вмешательства в виде упражнений могут привести к существенному улучшению функциональных возможностей [6]. Оценка общего функционирования пациента и состояния верхней конечности с помощью специальных опросников WHODAS 2.0 (WHO Disability Assessment Schedule 2.0) и DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand) показали самые низкие баллы функционального статуса на 6-й неделе после операции, а значительные улучшения были отмечены на 12-й неделе. Хотя пациенты не вернулись полностью к исходному функциональному уровню, данные свидетельствуют о том, что предварительная реабилитация может играть решающую роль в снижении послеоперационной инвалидности [6].

Подчеркивалась эффективность мультимодальных программ предварительной реабилитации, которые включали физические, психологические и образовательные компоненты, направленные на оптимизацию здоровья пациентов перед хирургическими вмешательствами [7, 8, 9]. Большинство вмешательств включали упражнения, направленные на функцию верхних конечностей, при этом чаще всего использовались упражнения на объем движений верхних конечностей (77,2 %), за ними следовали упражнения на растяжение мышц плеча (45,6 %) и упражнения на укрепление мышц верхних конечностей (35,1 %) [3].

Большинство программ состояли из комбинации 2 – 5 различных типов упражнений, подчеркивая индивидуальный подход к индивидуальным потребностям пациента [3, 7].

Количественный анализ продемонстрировал значительные улучшения в нескольких клинических показателях после преабилитации. В частности, исследователи сообщили об улучшении показателей качества жизни, изученного при помощи шкалы функциональной оценки терапии хронических заболеваний – усталость (The Functional Assessment of Chronic Illness Therapy – Fatigue) FACIT-F и опросника качества жизни EQ-5D, а также о снижении психологического стресса, измеренного по шкале тревоги и депрессии больницы (HADS) [10]. Предварительная реабилитация, направленная только на физические упражнения, была связана с положительными изменениями в физической функции, качестве жизни и психосоциальных переменных ( $p < 0,05$ ) [4]. Кроме того, программы предварительной реабилитации способствовали сокращению продолжительности пребывания в больнице [10, 11].

В основном, преабилитация улучшает результаты, включая физическую функцию, качество жизни и психосоциальные переменные. Качественные данные выявили предпочтения в отношении мультимодальной преабилитации по сравнению с унимодальной с заинтересованностью в получении поддержки в течение более длительного времени. Это свидетельствует о том, что пациенты ценят комплексную поддержку,

которая включает физические упражнения, психологическое консультирование и образование [7]. В исследовании Meneses-Echavez JF при изучении качества восстановления по опроснику Quality of Recovery-40 (QOR-40), было обнаружено, что в основном не было отмечено существенных различий с качеством жизни пациентов до операции. Однако через 72 часа после операции группа пациентов, проходивших предварительную реабилитацию, сообщила о лучших показателях жизненных возможностей и физического благополучия по сравнению с группой обычного ухода [2].

Никаких различий по пяти параметрам качества жизни, связанного со здоровьем, через 30 дней после операции не наблюдалось [2]. Анализ также подчеркнул важность предоставления постоянной поддержки для поддержания режима при занятиях лечебной физкультуры и повышения самоэффективности, которые являются критическими факторами для успешных долгосрочных результатов [9]. Пациенты сообщили, что очные занятия лечебной физкультуры с опытными специалистами и поддержка со стороны сверстников имели решающее значение для преодоления барьеров к участию и обеспечения безопасности в процессе преабилитации [9]. Понимание восприятия пациентами необходимости преабилитации имеет жизненно важное значение для поощрения участия в этих программах. Клиницисты отметили ценность инициативы преабилитации, большинство из которых сообщили, что они постоянно направляли подходящих пациентов [12]. Показатели приверженности программам предварительной реабилитации, по-видимому, зависят от различных факторов, включая домашнюю обстановку, вмешательства и мотивационные аспекты программы. Brahmhatt P et al. сообщили, что значительный процент участников регулярно занимался физическими упражнениями, демонстрируя показатели приверженности до 76 % [6].

Однако было выявлено множество индивидуальных барьеров, которые мешают участию в программах преабилитации. Было показано, что психологический стресс негативно влияет как на доступ, так и на соблюдение этих программ [13]. Многие пациенты могут иметь неправильные представления об эффективности преабилитации, что приводит к скептицизму относительно ее потенциальных преимуществ. Например, некоторые участники изначально сомневались, поможет ли программа их восстановлению после серьезной операции, ожидая, что они получат адекватную помощь без дополнительных подготовительных мер [14]. Более того, предыдущий опыт хирургического вмешательства может влиять на восприятие. Участники Engager, которые имели предыдущий хирургический опыт или слышали об опыте других, часто понимали ценность поддержания хорошей физической формы перед операцией, что мотивировало их участие в предварительной реабилитации [15]. Структурные барьеры также являются существенными препятствиями для участия в преабилитации. Большое расстояние до больниц, предлагающих услуги преабилитации, представляет собой существенную

проблему, особенно для людей, живущих в отдаленных районах [13]. Транспортные проблемы еще больше усугубляют эту проблему, затрудняя пациентам регулярное посещение сеансов. Дополнительные структурные факторы включают отсутствие соответствующих помещений и ресурсов, таких как терапевтические центры или спортзалы, которые удовлетворяют особые потребности пациентов [16]. Клиницисты отметили, что временные ограничения во время предоперационных приемов ограничивают возможность эффективных преабилитационных обсуждений и вмешательств [17]. Пациентам часто приходится совмещать многочисленные визиты к врачу и сбор анализов, что может усложнить их участие в программах преабилитации [13]. И наоборот, те, у кого нет такой осведомленности, могут не осознавать важность предварительной реабилитации, считая ее ненужной [15]. Психологические факторы играют решающую роль в барьерах на пути к преабилитации. Некоторые пациенты испытывают страхи, связанные с ухудшением состояния их здоровья, или смущение по поводу уровня своей физической подготовки, что может помешать им участвовать в программах [17]. Нехватка времени и срочность в проведении лечения рака также могут привести к тому, что пациенты будут отдавать предпочтение хирургическому вмешательству, а не подготовительным вмешательствам, даже если они признают потенциальные преимущества предварительной реабилитации [15].

### Заключение

Преабилитация, включающая целенаправленную физическую и психологическую подготовку перед операцией, привлекает внимание как стратегия, направленная на ускорение восстановления, снижение послеоперационных осложнений и улучшение общего качества жизни пациентов, столкнувшихся с этим заболеванием.

Подход к преабилитации получает все большее признание благодаря своим многогранным преимуществам, которые включают структурированные программы упражнений, образовательные компоненты и психологическую поддержку, адаптированную к индивидуальным потребностям пациента.

Факты свидетельствуют о том, что предварительная реабилитация не только улучшает функциональные результаты, такие как повышение физической силы и выносливости, но и играет роль в сокращении сроков пребывания в больнице и послеоперационных осложнений.

Хотя многочисленные исследования продемонстрировали положительное влияние преабилитации, существуют заметные разногласия относительно вариативности методологий и часто используемых небольших размеров выборки, что может ограничивать обобщаемость результатов.

Кроме того, вовлеченность пациентов и соблюдение ими преабилитационных программ представляют собой проблемы, поскольку отчеты указывают на разную степень участия, которая зависит от структуры программы и воспринимаемой ценности как пациентами, так и врачами.

Таким образом, текущие исследования имеют решающее значение для совершенствования стратегий вмешательства, повышения вовлеченности пациентов и, в конечном итоге, подтверждения эффективности преабилитации в улучшении результатов лечения пациентов раком молочной железы. В будущем преабилитация, вероятно, станет стандартом лечения в онкологии. Развитие технологий, таких как телемедицина, позволит расширить доступ к программам преабилитации для пациентов в отдаленных регионах. Кроме того, дальнейшие исследования помогут оптимизировать программы подготовки, сделав их более эффективными и доступными [18].

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Scibilia G., Capobianco S.V., Bonifacino A., Paolucci T. Breast Cancer Rehabilitation: a Critical Review of Clinical Practice Guidelines and Evidence-Based Medicine in Literature. *J Rehab Therapy*. 2019;1:1:11-20.
2. Meneses-Echavez J.F., Loaiza-Betancur A.F., Díaz-López V., Echavarría-Rodríguez A.M., Triana-Reina H.R. Prehabilitation Programs for Individuals with Cancer: a Systematic Review of Randomized-Controlled Trials. *Syst Rev*. 2023 Nov 17;12:1:219. doi: 10.1186/s13643-023-02373-4. PMID: 37978411.
3. Mathieu J., Daneau C., Lemeunier N., Doyon A., Marchand A.A., Descarreaux M. Conservative Interventions and Clinical Outcome Measures Used in the Perioperative Rehabilitation of Breast Cancer Patients Undergoing Mastectomy: a Scoping Review. *BMC Women's Health*. 2022 Aug 16;22;1:343. doi: 10.1186/s12905-022-01927-3. PMID: 35974334.
4. Carli F., Charlebois P., Stein B., Feldman L., Zavorsky G., Kim D.J., Scott S., Mayo N.E. Randomized Clinical Trial of Prehabilitation in Colorectal Surgery. *Br J Surg*. 2010 Aug;97;8:1187-97. doi: 10.1002/bjs.7102. PMID: 20602503.
5. Harris E., Marignol L. Prehabilitation for Patients with Cancer Undergoing Radiation Therapy: a Scoping Review. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2024 Apr;36;4:254-264. doi: 10.1016/j.clon.2024.02.002. PMID: 38350785.
6. Brahmabhatt P., Sabiston C.M., Lopez C., Chang E., Goodman J., Jones J., McCreedy D., Randall I., Rotstein S., Santa Mina D. Feasibility of Prehabilitation Prior to Breast Cancer Surgery: A Mixed-Methods Study. *Front Oncol*. 2020 Sep 25;10:571091. doi: 10.3389/fonc.2020.571091. PMID: 33072603.
7. Toohey K., Hunter M., McKinnon K., Casey T., Turner M., Taylor S., Paterson C. A Systematic Review of Multimodal Prehabilitation in Breast Cancer. *Breast Cancer Res Treat*. 2023 Jan;197;1:1-37. doi: 10.1007/s10549-022-06759-1. PMID: 36269525.
8. Del Bianco N., Borsati A., Toniolo L., Ciurmielli C., Belluomini L., Insolda J., Sposito M., Milella M., Schena F., Pilotto S., Avancini A. What is the Role of Physical Exercise in the Era of Cancer Prehabilitation? A Systematic Review. *Crit Rev Oncol Hematol*. 2024 Jun;198:104350. doi: 10.1016/j.critrevonc.2024.104350. PMID: 38642726.
9. Diaz-Feijoo B., Agusti-Garcia N., Sebío R., López-Hernández A., Sisó M., Glickman A., Carreras-Dieguez N., Fuste P., Marina T., Martínez-Egea J., Aguilera L., Perdomo J., Pelaez A., López-Baamonde M., Navarro-Ripoll R., Gimeno E., Campero B., Torné A., Martínez-Palli G., Arguis M.J. Feasibility of a Multimodal Prehabilitation Programme in Patients Undergoing Cytoreductive Surgery for Advanced Ovarian Cancer: A Pilot Study. *Cancers (Basel)*. 2022 Mar 23;14;7:1635. doi: 10.3390/cancers14071635. PMID: 35406407.
10. Tay S.S., Zhang F., Neo E.J.R. The Use of Technology in Cancer Prehabilitation: a Systematic Review. *Front Oncol*. 2024 Apr 19;14:1321493. doi: 10.3389/fonc.2024.1321493. PMID: 38706603.
11. Algeo N., Bennett K., Connolly D. Rehabilitation Interventions to Support Return to Work for Women with Breast Cancer: a Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Cancer*. 2021 Aug 5;21;1:895. doi: 10.1186/s12885-021-08613-x. PMID: 34353286.

12. Powell R., Davies A., Rowlinson-Groves K., French D.P., Moore J., Merchant Z. Acceptability of Prehabilitation for Cancer Surgery: a Multi-Perspective Qualitative Investigation of Patient and 'Clinician' Experiences. *BMC Cancer*. 2023 Aug 11;23;1:744. doi: 10.1186/s12885-023-10986-0. PMID: 37568097.
13. Watts T., Courtier N., Fry S., Gale N., Gillen E., McCutchan G., Patil M., Rees T., Roche D., Wheelwright S., Hopkinson J. Access, Acceptance and Adherence to Cancer Prehabilitation: a Mixed-Methods Systematic Review. *J Cancer Surviv*. 2024 May 6. doi: 10.1007/s11764-024-01605-3. PMID: 38709465.
14. Torkel S., Wang R., Norman R.J., Zhao L., Liu K., Boden D., Xu W., Moran L., Cowan S. Barriers and Enablers to a Healthy Lifestyle in People with Infertility: a Mixed-Methods Systematic Review. *Hum Reprod Update*. 2024 Oct 1;30;5:569-583. doi: 10.1093/humupd/dmae011. PMID: 38743500.
15. Powell R., Davies A., Rowlinson-Groves K., French D.P., Moore J., Merchant Z. Acceptability of Prehabilitation for Cancer Surgery: a Multi-Perspective Qualitative Investigation of Patient and 'Clinician' Experiences. *BMC Cancer*. 2023 Aug 11;23;1:744. doi: 10.1186/s12885-023-10986-0. PMID: 37568097.
16. Stubblefield M.D. The Underutilization of Rehabilitation to Treat Physical Impairments in Breast Cancer Survivors. *PM R*. 2017 Sep;9;9S2:S317-S323. doi: 10.1016/j.pmrj.2017.05.010. PMID: 28942906.
17. Stey A.M., Fei K., Franco R., Mendelson A., Bickell N.A. Cost of Comprehensive Patient Assistance Program in Early Breast Cancer Patients. *Springerplus*. 2013 Apr 19;2;1:173. doi: 10.1186/2193-1801-2-173. PMID: 23667818.
18. Gillis C., Li C., Lee L., Awasthi R., Augustin B., Gamsa A., Liberman A.S., Stein B., Charlebois P., Feldman L.S., Carli F. Prehabilitation Versus Rehabilitation: a Randomized Control Trial in Patients Undergoing Colorectal Resection for Cancer. *Anesthesiology*. 2014 Nov;121;5:937-47. doi: 10.1097/ALN.0000000000000393. PMID: 25076007.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 03.06.2025. **Принята к публикации:** 07.07.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 03.06.2025. **Accepted for publication:** 07.07.2025

А.А. Завьялов, А.Б. Кодирова, В.И. Архипова, М.Ш. Зугумова, Н.Г. Степанянц

## СОВРЕМЕННАЯ СТРАТЕГИЯ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЭКСТРАМАММАРНОЙ БОЛЕЗНИ ПЕДЖЕТА: ДАННЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Кодирова Адиба Бахромовна: kodirova-adiba01@mail.ru

### Резюме

Экстрамаммарная болезнь Педжета (ЭМБП) – редкая форма аденокарциномы, поражающая аногенитальную область и промежность. Низкая распространённость, неспецифическая клиническая картина и отсутствие патогномоничных симптомов затрудняют первичную диагностику. Сложности диагностики обуславливают важность своевременного проведения кожной биопсии – наиболее информативного метода верификации заболевания. Количество стандартных методов лечения данной патологии ограничено, что повышает актуальность применения подходов, доказавших эффективность при опухолях других локализаций, с учётом их молекулярно-биологических особенностей.

Характеризуется ЭМБП высокой вероятностью развития локальных рецидивов и отдалённых метастазов, что определяет необходимость радикального хирургического вмешательства как основного метода терапии. Ранняя диагностика и мультидисциплинарный подход критически важны для улучшения исходов.

**Материалы и методы:** поиск источников информации проводился в PubMed, Google Scholar. Горизонт исследования данных литературы составлял 15 лет. При систематизации материала предпочтение отдавалось научным трудам, опубликованным в период 2019–2025 гг.

В работе рассматриваются клинические особенности заболевания, методы дифференциальной диагностики, актуальные подходы к гистологической и иммуногистохимической верификации. Представлена сравнительная оценка эффективности хирургических, лучевых и медикаментозных методов терапии. Особое внимание уделено проблеме высокой частоты рецидивов, что определяет необходимость оптимизации лечебной стратегии и внедрения персонализированного подхода.

**Ключевые слова:** экстрамаммарная болезнь Педжета, аногенитальная аденокарцинома, иммуногистохимия, операция Мооса, фотодинамическая терапия

**Для цитирования:** Завьялов А.А., Кодирова А.Б., Архипова В.И., Зугумова М.Ш., Степанянц Н.Г. Современная стратегия диагностики и лечения экстрамаммарной болезни педжета: данные доказательной медицины // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 53–58. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-53-58

A.A. Zavialov., A.B. Kodirova, V.I. Arkhipova, M.Sh. Zugumova, N.G. Stepanyants

## Modern Diagnostics and Treatment Strategy for Extramammary Paget's Disease: Evidence-Based Medicine Data

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Kodirova Adiba Bakhromovna: kodirova-adiba01@mail.ru

### Abstract

Extramammary Paget's disease (EPMD) is a rare form of adenocarcinoma affecting the anogenital area and perineum. Low prevalence, nonspecific clinical picture and absence of pathognomonic symptoms make primary diagnosis difficult. Difficulties in diagnosis determine the importance of timely skin biopsy, the most informative method of disease verification. The number of standard methods of treatment of this pathology is limited, which increases the relevance of the application of approaches that have proven to be effective in tumors of other localizations, taking into account their molecular and biological characteristics. EMBP is characterized by a high probability of developing local recurrences and distant metastases, which determines the need for radical surgical intervention as the main method of therapy. Early diagnosis and a multidisciplinary approach are critical for improving outcomes.

**Materials and methods:** the search for sources of information was conducted in PubMed and Google Scholar. The literature review covered a period of 15 years. When systematizing the material, preference was given to scientific papers published between 2019 and 2025. The paper discusses the clinical features of the disease, methods of differential diagnosis, and current approaches to histological and immunohistochemical verification. It also provides a comparative assessment of the effectiveness of surgical, radiation, and medical treatment methods. Special attention is paid to the problem of high relapse rates, which determines the need to optimize treatment strategies and implement a personalized approach.

**Keywords:** extramammary Paget's disease, anogenital adenocarcinoma, immunohistochemistry, Moh's surgery, photodynamic therapy

**For citation:** Zavialov AA, Kodirova AB, Arkhipova VI, Zugumova MSh, Stepanyants NG. Modern Diagnostics and Treatment Strategy for Extramammary Paget's Disease: Evidence-Based Medicine Data. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:53-58. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-53-58

## Введение:

Экстрамаммарная болезнь Педжета (ЭМБП) – наиболее редкий вариант аденокарциномы, который локализуется в аногенитальной области или в промежности. Заболевание встречается преимущественно у женщин, чаще всего в постменопаузальном периоде, характеризуется медленным ростом и неспецифической картиной, в результате чего, от момента появления первых клинических признаков до постановки диагноза может пройти от 2 до 10 лет [1].

Впервые экстрамаммарная болезнь Педжета была описана Н. Р. Стокер в 1889 г у пациента с поражением мошонки и полового члена [2]. Чаще заболеванию подвержены женщины европеоидной расы, хотя среди населения Азии в числе заболевших, преобладает мужчины [3].

Дифференциальная диагностику следует провести между первичными и вторичными формами экстрамаммарного рака Педжета, кандидозом, контактным дерматитом, экземой, эрозивным красным плоским лишаем, болезнью Боуэна, склероатрофическим лихеном, псориазом, амелонитической меланомой, грибковым микозом.

Выделяют первичный рак (тип I), который рассматривается как внутриэпидермальная апокринная карцинома потовых желез, вторичный или «коло-ректальный рак Педжета» – (тип II), урогенитальный рак Педжета – (тип III) [4].

В 2016 году Ohara K. и соавторы разработали систему стадирования экстрамаммарной болезни Педжета на основе международной классификации TNM [5]. Она включает 4 стадии процесса и позволяет систематизировать заболевание в соответствии с его клиническими проявлениями.

ВОЗ определяет болезнь Педжета вульвы как «внутриэпителиальное» новообразование эпителиального происхождения, которое начинается из апокриновых или эккриновых желез, характеризуются наличием характерных крупных клеток с выраженной цитоплазмой, которые получили название клеток Педжета [6].

## Материалы и методы

Поиск источников информации проводился в PubMed, Google Scholar. Горизонт исследования данных литературы составил 10 лет. В поисковых запросах применялись термины: extramammary Paget's disease, anogenital adenocarcinoma, immunohistochemistry, Mohs surgery, photodynamic therapy, а также другие словарные и тематические формы. При систематизации материала предпочтение отдавалось научным трудам, опубликованным в период 2019-2025 гг.

## Клиническая картина

Экстрамаммарная болезнь Педжета (ЭМБП) поражает участки кожи, содержащие апокриновые потовые железы [7]. Очаги экстрамаммарной болезни Педжета (ЭРП) визуализируются в виде четко ограниченных эритематозных бляшек, часто с геморрагиями и вторичными изменениями (шелуше-

ние, изъязвление) [8]. Важной особенностью ЭМБП является склонность к мультифокальному росту, что затрудняет определение границ последующей резекции. Субъективные ощущения пациентов варьируют от бессимптомного течения до выраженного дискомфорта (зуд, жжение, гиперестезия). Из-за неспецифичности симптомов ЭМБП часто ошибочно диагностируют как дерматоз, что приводит к неэффективному назначению топических кортикостероидов или антимикотиков.

Исследование с участием 197 пациентов показало, что у 128 (65 %) была поражена вульва, у 29 (15 %) – перианальная область, а у 27 (14 %) – половой член, мошонка или паховая зона. Вследствие центростремительного роста в процесс может вовлекаться вся аногенитальная область, и на поздних стадиях бывает сложно определить первичный очаг. Это важно, поскольку при ЭМБП частота ассоциированного рака зависит от исходной локализации: при перианальном поражении риск составляет 25 – 35 %, что значительно выше, чем при генитальном (4 – 7 %) [9].

Крайне редко встречаются случаи поражения век, наружного слухового прохода, пупочной области, туловища и конечностей. Описаны единичные случаи вовлечения слизистых (язык, бронхи, пищевод, уретра). К редким вариантам также относятся множественные очаги (например, сочетание маммарной и экстрамаммарной форм или поражение разных зон – аногенитальной и подмышечной) [10].

Метастазирование при первичной ЭМБП осуществляется контактным, лимфогенным или (реже) гематогенным путем. При болезни Педжета гениталий сначала наблюдается поражение ипсилатеральных или билатеральных лимфоузлов, а на более поздних стадиях – парааортальных лимфоузлов и лёгких [11].

## Диагностика ЭМБП

Ключевым этапом диагностики ЭМБП является биопсия кожного образования. Гистопатологическое исследование является обязательным методом диагностики экстрамаммарной болезни Педжета. Для верификации диагноза необходимо проведение стандартного гистологического исследования с окраской гематоксилином и эозином, а также специальных гистохимических методик (PAS, альциановый синий) и иммуногистохимического исследования.

Клетки Педжета представляют собой крупные атипичные эпителиальные клетки с четкими границами, содержащие: светлую вакуолизированную цитоплазму (за счет накопления муцина), крупные гиперхромные ядра, отмечается выраженный ядерный полиморфизм. Иммуногистохимическое исследование играет ключевую роль для дифференциальной диагностики болезни Педжета, включая разграничение первичной и вторичной форм ЭМБП. Для клеток Педжета характерно экспрессия следующих маркеров: низкомолекулярные цитокератины (CK7 или CK20), GCDFP-15(маркер апокриновой дифференцировки), PAS (выявление муцина) и СЕА (раково-эмбриональный антиген).

Ключевые различия между маммарной болезни Педжета и экстраммарной болезни Педжета.

1. Чувствительность маркеров: СК7 обладает высокой чувствительностью (86 – 100 %) как для МБП, так и для ЭМБП.

2. Содержание муцина: (PAS+, муцикармин+)

3. Гормональные рецепторы: МБП чаще ассоциирована с экспрессией рецепторов эстрогена (ЭР), прогестерона (ПР) и гиперэкспрессией HER-2. ЭМБП чаще всего гормонально-негативна.

В работе рассматриваются клинические особенности заболевания, методы дифференциальной диагностики, актуальные подходы к гистологической и иммуногистохимической верификации наиболее информативными маркерами являются: GCDFP-15 (позитивен в 90 % первичных случаев), СК20 (позитивен в 95 % вторичных форм), CDX2 (маркер кишечной дифференцировки, полезен при подозрении на аноректальный источник метастазирования – помогает выявить вторичную ЭМБП [12]. Кроме того, фенотип вторичной ЭМБП зависит от природы исходной карциномы:

При аноректальной карциноме: СК7–/СК20+/GCDFP15–/CDX2+/p63–/MUC2+,

При уротелиальной карциноме: СК7+/ЦК20+/GCDFP15–/CDX2–/p63+/уроплаин3+.

Иммуногистохимическое исследование также помогает исключить другие заболевания, имитирующие ЭМБП: p63 позволяет отличить ЭМБП от педжетоидной болезни Боуэна (p63+, обычно СК7–), S100 и НМВ-45 помогают дифференцировать ЭМБП от педжетоидной меланомы (негативны при ЭМБП, но позитивны при меланоме) [13].

Данные о роли ПЭТ-КТ при экстраммарной болезни Педжета для оценки отдалённых метастазов очень ограничены. В ретроспективном исследовании Tian Y. с соавт. (10 пациентов с первичным диагнозом или подозрением на рецидив) по данным ПЭТ-КТ рецидив подтверждён в 2 случаях, 1 ложноположительный результат. Поражение лимфоузлов выявлено у 6 пациентов, причём в 20,4 % случаев их размер не превышал 1 см. У 4 из 10 пациентов после проведения исследования стадия заболевания была пересмотрена [14].

При оценке в метастатических лимфоузлах SUVmax варьировал от 3,7 до 11,7, в неизмененных был  $\leq 1,74$ . При этом, в 2 случаях в л/у без ПЭТ-признаков малигнизации были обнаружены опухолевые клетки. Авторы предложили пороговое значение SUVmax = 2,5 для определения необходимости биопсии сторожевого лимфатического узла (БСЛУ). Несмотря на недостаточное количество убедительных доказательств, по мнению авторов ПЭТ-КТ при ЭМБП может быть полезен для уточнения стадии и обнаружения признаков рецидивов заболевания [15].

Необходимость проведения БСЛУ остается спорной. Natta N. и соавт. опубликовали материал о 13 пациентах с ЭМБП, которым выполнили БСЛУ (одностороннюю или двустороннюю). У 4 результат оказался положительным. Трое из этих четырех пациентов имели инвазивную форму заболевания, перенесли лимфаденэктомию, и во всех случаях были

выявлены метастазы. Впоследствии у двоих из них развились отдаленные метастазы. У всех пациентов с in situ СЛУ были интактны [16].

Fujisawa Y. и соавт. получили иные результаты. Они проанализировали 151 пациента, которым выполнили БСЛУ при ЭМБП. Среди 107 пациентов без клинически определяемой лимфаденопатии у 16 было обнаружено метастатическое поражение лимфоузлов. Хотя степень инвазии снова подтвердилась как неблагоприятный прогностический фактор, не было выявлено значимых различий в выживаемости между группами при наличии и отсутствии метастазов в СЛУ. Частота рецидивов также оказалась сопоставимой в группах [17].

Не было получено убедительных данных, что выполнение лимфаденэктомии после положительной БСЛУ улучшает исход у таких пациентов. Учитывая сопутствующие риски лимфаденэктомии, решение о проведении БСЛУ должно приниматься индивидуально в каждом случае [18].

### Лечение

В настоящее время не существует четких клинических рекомендаций по лечению ЭМБП. Недостаток рандомизированных контролируемых исследований, посвященных различным методам терапии, а также относительно малая численность пациентов, ограничивают возможность получения достоверных данных.

На сегодняшний день стандартом лечения является хирургическое иссечение пораженного участка. Традиционно применяется широкое местное иссечение. Однако в литературе также описана методика микрографической операции Мооса (МОМ) с интраоперационным гистологическим исследованием. При широком иссечении, которое долгое время считалось «золотым стандартом», полная эрадикация не гарантирована и частота рецидивов остается высокой (т 30 до 60 %). При этом, нередко возникает необходимость в сложных реконструктивных операциях для устранения образовавшегося раневого дефекта. Оптимальный размер хирургического отступа от визуальной здоровой кожи до сих пор не определен: рекомендации варьируют от 1 до 5 см [19].

В исследовании Zhu Y. и соавт. при экстраммарной болезни Педжета пеноскротальной области при использовании интраоперационного исследования, частота рецидивирования составила 16 % [20]. В свою очередь, Black D. с коллегами не выявили корреляции между состоянием краёв резекции и вероятностью рецидива: в группе с вульварной локализацией ЭМБП рецидив развился у 70 % пациентов с позитивными краями резекции и у 38 % – с негативными [21].

В последнее время МОМ получает все большее распространение благодаря более низкому уровню рецидивов после операции. Этот метод позволяет хирургу интраоперационно визуализировать всю границу опухоли под микроскопом. Однако МОМ может быть сложной и длительной процедурой при удалении крупных очагов. Для решения этой проблемы некоторые исследования предлагают технику

периферической МОР, при которой сначала иссекают границы опухоли до достижения чистых краев, а затем удаляют центральную часть. Несмотря на преимущества МОР, риск рецидива остается относительно высоким, что требует длительного наблюдения за пациентами.

Систематический обзор Edey K. и соавт. согласно критериям Кокрейна продемонстрировал, что размеры «чистых границ» не влияют на частоту рецидивирования. С другой стороны, только в 57 % рассмотренных исследований проводилось интраоперационное исследование границ иссечения. В результате авторы обзора пришли к выводу, что не существует доказательной базы для составления четких рекомендаций относительно хирургических вмешательств при ЭМБП [22].

К недостаткам хирургического лечения можно отнести формирование косметических дефектов, а также функциональных и анатомических нарушений в зоне оперативного вмешательства. Если хирургическое вмешательство противопоказано или заболевание имеет ограниченное распространение, могут применяться другие методы.

В качестве местного лечения используется иммуномодулятор Имиквимод 5 % (крем). В исследовании Zamproga J.C. et al. у 5 из 9 пациентов достигнута полная ремиссия, но у 3 из них впоследствии возник рецидив. Рекомендуемый режим: 3 раза в неделю, в течение 8–16 недель. Может использоваться как неoadъювантная терапия для уменьшения размера опухоли перед операцией. Однако у препарата наблюдаются побочные эффекты, в виде местного раздражения, которые устраняются временной отменой лечения [23].

Еще одним препаратом для местного лечения является 5-фторурацил. Исследования проведенные Н.Ф. Haberman и соавт. выявили, что применение 5-фторурацила при генитальной форме экстрамаммарной болезни Педжета способствует исчезновению клинических симптомов. Тем не менее, биопсийные данные подтвердили наличие атипичных клеток, что свидетельствует о недостаточной эффективности такой терапии [24].

В качестве местного и системного воздействия применяется фотодинамическая терапия (ФДТ). Преимущества ФДТ включают низкую токсичность, возможность повторных курсов без развития резистентности к лечению, сохранение функции органа и хорошие косметические результаты, а также возможность применения в сочетании с другими методами лечения. В доступной литературе отсутствуют систематические обзоры, метаанализы эффективности различных схем ФДТ при лечении ЭМБП, а также публикации результатов полноценных проспективных клинических исследований эффективности ФДТ при ЭМБП. В качестве фотосенсибилизатора применяют: 5-аминолевулиновая кислота (5-АЛК), метил-5-аминолевулилат (М-АЛА) и фотофрин.

Имеются данные о более высокой эффективности ФДТ с использованием фотофрина по сравнению с местным нанесением мази на основе 5-АЛК. Так, V.

Madan и соавт. сообщили о результатах лечения методом ФДТ у 80-летнего пациента с обширным инвазивным очагом ЭМБП мошонки площадью 100 см<sup>2</sup>, вторичным по отношению к аденокарциноме простаты. У пациента наблюдался рецидив заболевания через 9 месяцев после 5 курсов ФДТ с местным нанесением 20 % мази 5-АЛК. Пациенту была проведена ФДТ с фотофрином. В течение года после лечения рецидив не регистрировался. На основании полученных результатов авторы исследования указывают на высокую эффективность ФДТ с использованием фотофрина. При использовании порфимера натрия полная ремиссия достигнута в 78 % случаев против 50 % для 5-АЛК [25].

Несмотря на эти единичные сообщения о высокой эффективности фотофрина, небольшой объем данных не позволяет сделать обоснованные выводы о преимуществах его применения для лечения ЭМБП. Большинство авторов отмечают, что ФДТ эффективнее при очагах небольшой площади (до 4 см<sup>2</sup>).

Отдаленные результаты ФДТ также зависят от площади очага ЭМБП. Q. Li и соавт. отмечают связь между частотой рецидивов и площадью очага, подвергнувшегося ФДТ. В этом исследовании оба зарегистрированных рецидива в течение 12 месяцев после ФДТ произошли у пациентов с площадью очага более 4 см<sup>2</sup> (всего в исследовании участвовали 13 пациентов с площадью очага более 4 см<sup>2</sup>). Ни у одного из пациентов с площадью очага менее 4 см<sup>2</sup> (8 пациентов) рецидивов в эти сроки не было [26].

Стандартного лечения метастатической экстрамаммарной болезни Педжета (мЭМБП) не существует, и рандомизированные клинические исследования для определения оптимальной терапии не проводились. Учитывая редкость заболевания, большая часть доступных данных основана на единичных случаях и небольших сериях наблюдений.

В последнее десятилетие активно изучались комбинации фторпиримидинов и препаратов платины. Описан случай пациента, получавшего 5-фторурацил с карбоплатином, с полной ремиссией в течение 12 месяцев. Позже карбоплатин заменили на цисплатин и добились частичного ответа, сохранявшегося 16 месяцев.

Также были попытки применения Антрациклинов (в монотерапии или в комбинациях). В литературе представлен случай полной ремиссии локального вульварного ЭМБП у пациентки, одновременно получавшей антрациклины и таксаны по поводу рака молочной железы. Имеются сообщения об успешном лечении антиэстрогенным лекарственным средством — тамоксифен, различных форм ЭМБП. Эти данные свидетельствуют о том, что эндокринотерапия может быть альтернативным видом лечения для отдельных случаев прогрессирующей ЭМБП. Следовательно гормональные рецепторы могут быть связующим звеном между МБП и ЭМБП и свидетельствовать об их общем патогенезе [27].

В 30–40 % случаев при метастатическом ЭМБП выявлена гиперэкспрессия HER-2/neu. Осуществлялись попытки использования ингибиторов HER-

2/пел и гормональной терапии с использованием блокаторов андрогенных и эстрогенных рецепторов. Зафиксирован частичный ответ на терапию [28,29].

Также имеются данные о применении иммунотерапии, в частности ингибиторов иммунных контрольных точек: Ипилимумаб и Ниволумаб. Первые полученные результаты выглядят многообещающими, что открывает новые перспективы для изучения их применения при метастазирующей форме ЭМБ.

### Заключение

Экстрамаммарная болезнь Педжета – редкое злокачественное заболевание, преимущественно поражающее аногенитальную область. Дифференциальная диагностика требует комплексного подхода с применением иммуногистохимических маркеров

(СК7, СК20, GCDPF-15, CDX2) для разграничения первичных и вторичных форм. Прогноз зависит от стадии, глубины инвазии и наличия метастазов.

Основным методом лечения остается хирургическое иссечение, однако высокая частота рецидивов (30 – 60 %) и отсутствие четких критериев определения границ резекции подчеркивают необходимость совершенствования хирургических подходов.

Таким образом, ЭМБП остается сложной для диагностики и лечения патологией, требующей мультидисциплинарного подхода. По мере накопления новых случаев и знаний могут быть разработаны международные рекомендации для оптимизации тактики ведения пациентов с этим редким заболеванием.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Грекова Ю.Н., Зильберберг Н.В., Кузнецова Е.И. Экстрамаммарная болезнь Педжета // Акушерство и гинекология. 2022. №6. С. 176-179 [Grekova Yu.N., Zil'berberg N.V., Kuznetsova Ye.I. Extramammary Paget's Disease. *Akusherstvo i Ginekologiya* = Obstetrics and Gynecology. 2022;6:176-179 (In Russ.)].
2. Crocker H. Paget's Disease Affecting the Scrotum and Penis. *Transactions of the Pathological Society of London*. 1888-1889; 40:187-91.
3. Morris C.R., Hurst E.A. Extramammary Paget Disease: a Review of the Literature—Part I: History, Epidemiology, Pathogenesis, Presentation, Histopathology, and Diagnostic Work-up. *Dermatol Surg*. 2020;46;2:151–158. Doi: 10.1097/DSS.0000000000002064
4. St Claire K., Hoover A., Ashack K., Khachemoune A. Extramammary Paget Disease. *Dermatol Online J*. 2019;25;4:13030/qt7qg8g292.
5. Ohara K., Fujisawa Y., Yoshino K., Kiyohara Y., Kadono T., Murata Y., et al. A Proposal for a TNM Staging System for Extramammary Paget Disease: Retrospective Analysis of 301 Patients with Invasive Primary Tumors. *J Dermatol Sci*. 2016;83;3:234–239. Doi: 10.1016/j.jdermsci.2016.06.004.
6. WHO Classification of Tumours. Female Genital Tumours. 5th ed. Lyon, France, IARC, 2020.
7. Смирнова И.О., Петунова Я.Г., Белоусова И.Э., Константинова А.М., Шелехова К.В., Оганесян М.В. Трудности диагностики экстрамаммарной болезни Педжета // Клиническая дерматология и венерология. 2018. Т.17. №3. С. 36-41 [Smirnova I.O., Petunova Ya.G., Belousova I.E., Konstantinova A.M., Shelekhova K.V., Oganesyans M.V. Difficulties in Diagnosing Extramammary Paget's Disease. *Klinicheskaya Dermatologiya i Venerologiya* = Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology. 2018;17;3:36-41 (In Russ.)].
8. Плиева Л.Р., Фомина Е.С., Бобров М.А. Случай экстрамаммарной болезни Педжета перианальной локализации // Клиническая дерматология и венерология. 2020. Т.19. №1. С. 31-35 [Plyeva L.R., Fomina Ye.S., Bobrov M.A. A Case of Extramammary Paget's Disease of the Perianal Localization. *Klinicheskaya Dermatologiya i Venerologiya* = Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology. 2020;19;1:31-35 (In Russ.)].
9. Константинова А.М., Шелехова К.В., Михал М., Казаков Д.В. Первичная Экстрамаммарная болезнь Педжета: морфологические особенности опухоли и их значение для развития рецидива // Сибирский научный медицинский журнал. 2021. Т. 41. №1. С. 50-59 [Konstantinova A.M., Shelekhova K.V., Mikhail M., Kazakov D.V. Primary Extramammary Paget's Disease: Morphological Features of the Tumor and Their Significance for the Development of Relapse. *Sibirskiy Nauchnyy Meditsinskiy Zhurnal* = The Siberian Scientific Medical Journal. 2021;41;1:50-59 (In Russ.)].
10. Koseki S, Mitsuhashi Y, Yoshikawa K, Kondo S. A Case of Triple Extramammary Paget's Disease. *J Dermatol*. 1997;24:535-8.
11. Сафронова К.В., Артемьева А.С., Козлова Е.Н., Сидорук А.А., Кутушева Г.Ф., Бахидзе Е.В., Берлев И.В., Урманчиева А.Ф., Ульрих Е.А. Редкие злокачественные опухоли вульвы (саркомы, меланома, болезнь Педжета) // Акушерство и гинекология. 2020. №С1. С. 120-129 [Safronova K.V., Artem'yeva A.S., Kozlova Ye.N., Sidoruk A.A., Kutusheva G.F., Bakhidze Ye.V., Berlev I.V., Urmancheyeva A.F., Ul'rikh Ye.A. Rare Malignant Tumors of the Vulva (Sarcomas, Melanoma, Paget's Disease). *Akusherstvo i Ginekologiya* = Obstetrics and Gynecology. 2020;S1:120-129 (In Russ.)].
12. Мнихович М.В., Романов А.В., Безуглова Т.В., Зорин С.Н., Буньков К.В. Патолого-анатомический алгоритм дифференциальной диагностики болезни Педжета молочной железы // Архив патологии. 2023. Т.85. №2. С. 32-39 [Mnikhovich M.V., Romanov A.V., Bezuglova T.V., Zorin S.N., Bun'kov K.V. Pathological and Anatomical Algorithm for Differential Diagnosis of Paget's Disease of the Breast. *Arkhiv Patologii* = Russian Journal of Archive of Patology. 2023;85;2:32-39 (In Russ.)].
13. Căruntu C., Zurac S.A., Jugulete G., Boda D. Extramammary Paget's Disease in an HIV-Positive Patient. *Rom J Morphol Embryol*. 2017;58;3:1009-15. PMID: 29250682.
14. Tian Y., Wu H.B., Li D.L., Li H.S., Zhou W.L., Wang Q.S. Utility of 18 F-FDG PET/CT in the Diagnosis and Staging of Extramammary Paget's Disease. *Nucl Med Commun*. 2015;36;9:892–7. Doi: 10.1097/MNM.0000000000000340.
15. Fujiwara M., Suzuki T., Senoo A., Fukamizu H., Tokura Y. Evaluation of Positron Emission Tomography Imaging to Detect Lymph Node Metastases in Patients with Extramammary Paget's Disease. *J Dermatol*. 2017;44;8:939–43. Doi:10.1111/1346-8138.13833
16. Hatta N., Morita R., Yamada M., et al. Sentinel Lymph Node Biopsy in Patients with Extramammary Paget's Disease. *Dermatologic Surg*. 2004;30;10:1329–34. Doi: 10.1111/j.1524-4725.2004.30377.x.35.
17. Fujisawa Y., Yoshino K., Kiyohara Y., et al. The Role of Sentinel Lymph Node bioPsy in the Management of Invasive Extramammary Paget's Disease: Multi-Center, Retrospective Study of 151 Patients. *J Dermatol Sci*. 2015;79;1:38–42. Doi: 10.1016/j.jdermsci.2015.03.014.36.
18. Omodaka T., Kiyohara Y., Uematsu T., Mori K., Okuyama R. Preoperative Ultrasound Evaluation of Lymph Nodes for Extramammary Paget's Disease in the Genital Area. *J Derma Tol*. 2019;46;4:361–3. Doi: 10.1111/1346-8138.14796.37.
19. Звезда С.А., Алифов Д.Г., Налетов А.А., Шмальц Е.А., Ратобольских А.В. Хирургическое лечение болезни Педжета кожи перианальной области. клинический случай // Академический журнал Западной Сибири. 2020. Т.16. № 5. С. 36-38 [Zvezda S.A., Alifov D.G., Naletov A.A., Shmal'ts Ye.A., Ratobol'skikh A.V. [Surgical treatment of Paget's Disease of the Skin in the Perianal Region. *Clinical Case. Akademicheskij Zhurnal Zapadnoy Sibiri*. = Academic Journal of Western Siberia. 2020;16;5:36-38 (In Russ.)].
20. Zhu Y., Ye D.W., Chen Z.W., et al. Frozen Section-Guided Wide Local Excision in the Treatment of Penoscrotal Extramammary Paget's Disease. *BJU Int*. 2007;100:1282–1286. Doi: 10.1111/j.1464-410X.2007.07188.x.
21. Black D., Tornos C., Soslow R.A., et al. The Outcomes of Patients with Positive Margins after Excision for Intraepithelial Paget's Dis-

- ease of the Vulva. *Gynecol Oncol.* 2007; 104:547–550. Doi: 10.1016/j.ygyno.2006.09.017.
22. Edey K.A., Allan E., Murdoch J.B., Cooper S., Bryant A. Interventions for the Treatment of Paget's Disease of the Vulva. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;6:6:CD009245. Doi: 10.1002/14651858.CD009245.pub3
23. Zampogna J.C., Flowers F.P., Roth W.I., Hassenein A.M. Treatment of Primary Limited Cutaneous Extramammary Paget's Disease with Topical Imiquimod Monotherapy: Two Case Reports. *J Am Acad Dermatol.* 2002;47;4 Suppl:S229-35. PMID: 12271284.
24. Haberman H.F., Goodall J., Llewellyn M. Extramammary Paget's Disease. *Can Med Assoc J.* 1978;118:161-162.
25. Shponka I.S., Hrytsenko P.O., Skoryk v.r. Extramammary Paget's Disease of the Perianal Area: a Case Report and the Summarizing Review of Last 5-year Literature. *Morphologia.* 2019;13;3:156-161.
26. Li Q., Gao T., Jiao B., Qi X., Long H.A., Qiao H., et al. Long-Term Follow-Up of in Situ Extramammary Paget's Disease in Asian Skin Types IV/V Treated with Photodynamic Therapy, *Acta Derm. Venereo Andrettal.* 2010;90;2:159-164.
27. Ахмед Н.Н. Болезнь Педжета // Онкологический журнал. 2020. Т.14. №2-3. С. 117-121 [Akhmed N.N. Paget's Disease. *Onkologicheskij Zhurnal = Oncological Journal.* 2020;14; 2-3:117-121 (In Russ.)].
28. Bartoletti M., Mazzeo R., De Scordilli M., Del Fabro A., Vitale M.G., Bortot L., et al. Human Epidermal Growth Factor Receptor-2 (HER2) is a Potential Therapeutic Target in Extramammary Paget's Disease of the Vulva. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2020;30;11:1672–1677. Doi: 10.1136/ijgc-2020-001771
29. Isomoto K., Haratani K., Watanabe S., Takeda M., Iwasa T., Nakagawa K. Successful Treatment of a Case of Hormone Receptor – Positive Metastatic Extramammary Paget Disease with Tamoxifen. *Invest New Drugs.* 2022;40;1:194–7. Doi: 10.1007/s10637-021-01168-5.124.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 12.08.2025. **Принята к публикации:** 25.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 12.08.2025. **Accepted for publication:** 25.09.2025

К.И. Медведев, А.А. Завьялов, А.А. Куртин

## ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Медведев Кирилл Игоревич: kirillme11@yandex.ru

### Резюме

Рак молочной железы (РМЖ) является самым распространенным видом злокачественных новообразований у женщин. По данным за 2023 год, в Российской Федерации выявлено более 70 тыс. случаев РМЖ. Хирургическое лечение является распространенным и стандартным методом лечения большинства случаев РМЖ на ранних стадиях. В последние годы проблеме реабилитации в отношении данной патологии уделяется большое внимание. В том числе получают развитие и методы физиотерапии. Одним из ключевых компонентов реабилитации после хирургического лечения РМЖ является лазерная терапия. Низкоинтенсивная лазерная терапия (НИЛТ) оказывает положительное влияние на устранение болевого синдрома, стимуляцию биохимических процессов в клетках и ускорение заживления. С тех пор, как НИЛТ начала применяться совместно с программами комплексной реабилитации, она показывает обнадеживающие результаты и повышает удовлетворенность пациентов проводимым лечением. Применение комплекса физиотерапевтических методик помогает достичь значительного улучшения результатов лечения. В настоящее время назрела необходимость в разработке алгоритма принятия врачебных решений для проведения программ комплексной реабилитации пациентов после хирургического лечения РМЖ, включающих НИЛТ.

**Ключевые слова:** рак молочной железы, медицинская реабилитация, физиотерапия, лазерная терапия, низкоинтенсивное лазерное излучение

**Для цитирования:** Медведев К.И., Завьялов А.А., Куртин А.А. Применение низкоинтенсивной лазерной терапии в реабилитации пациентов после хирургического лечения рака молочной железы (обзор литературы) // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 59–64. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-59-64

К.И. Medvedev, A.A. Zavialov, A.A. Kurtin

## The Use of Low-Intensity Laser Therapy in the Rehabilitation of Patients After Surgical Treatment of Breast Cancer (Literature Review)

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Medvedev Kirill Igorevicha: kirillme11@yandex.ru

### Abstract

Breast cancer (BC) is the most common type of malignant neoplasms in women. According to the data for 2023, more than 70 thousand cases of BC were detected in the Russian Federation. Surgical treatment is a common and standard method of treatment for most cases of BC in the early stages. In recent years, the problem of rehabilitation in relation to this pathology has received a lot of attention. In particular, methods of physiotherapy are also developing. One of the key components of rehabilitation after surgical treatment of BC is laser therapy. Low-intensity laser therapy (LLT) has a positive effect on reducing pain, stimulating biochemical processes in cells, and accelerating healing. Since its introduction in conjunction with comprehensive rehabilitation programs, LLT has shown promising results and increased patient satisfaction with the treatment. The combination of various physiotherapy techniques has led to significant improvements in treatment outcomes. Currently, there is a need to develop an algorithm for making medical decisions for comprehensive rehabilitation programs for patients after surgical treatment of breast cancer, including LLT.

**Keywords:** breast cancer, medical rehabilitation, physiotherapy, laser therapy, low-intensity laser radiation

**For citation:** Medvedev KI, Zavialov AA, Kurtin AA. The Use of Low-Intensity Laser Therapy in the Rehabilitation of Patients After Surgical Treatment of Breast Cancer (Literature Review). A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:59-64. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-59-64

## Введение

Рак молочной железы (РМЖ) является самым распространенным видом злокачественных новообразований у женщин. По данным за 2023 год, в Российской Федерации выявлено более 70 тыс. случаев РМЖ [1].

Эффективность диагностики данной патологии стремительно растет. Ввиду этого увеличивается количество пациентов, которые получают лечение на ранних стадиях. В большинстве случаев, на ранних стадиях РМЖ показано хирургическое лечение. Вопрос применения различных видов методов реабилитации становится актуальным для всё большего количества больных.

Значительная часть пациентов сталкивается с широким спектром симптомов и побочных эффектов, которые требуют коррекции. Как само заболевание, так и его лечение являются важными факторами в отношении последующего качества жизни пациента. Ввиду этого необходимо уделять значительное внимание физическому, психологическому и когнитивному функционированию, которые, в свою очередь, непосредственно влияют на повседневную деятельность пациента. Реабилитация помогает пациентам поддерживать максимально доступное физическое, социальное, психологическое и профессиональное функционирование [2].

В последние годы проблеме реабилитации онкологических пациентов уделяется большое внимание. В том числе получают развитие и методы физиотерапии, которые долгое время считались относительным противопоказанием для использования в онкологической практике. Научным обоснованием к их применению послужили результаты многочисленных рандомизированных клинических исследований (РКИ), доказавших эффективность и безопасность ряда физических факторов у онкологических пациентов III клинической группы наблюдения. Главными условиями для включения физиотерапевтических методов в программы реабилитации являются ряд параметров. К ним относится радикальность проведенного противоопухолевого лечения, отсутствие рецидива и метастазов опухоли, что должно быть подтверждено всеми необходимыми методами обследования. Клиническая эффективность применяемых методов физиотерапии регулярно оценивается и подтверждается новыми РКИ, что гарантирует высокий уровень качества реабилитационной помощи и её соответствие современным медицинским стандартам [3].

Реабилитация пациентов онкологического профиля, в особенности при раке молочной железы, является быстро растущей областью, включающей как пререабилитацию перед хирургическим вмешательством, реабилитацию во время основного лечения, так и послеоперационные мероприятия. В индивидуально подобранные программы реабилитации пациентов с злокачественным заболеванием молочной железы входят различные методы физиотерапии, кинезиотерапии, психотерапии, программы питания. Одним из ключевых компонентов реабилитации является лазерная терапия (ЛТ) [4].

ЛТ имеет достаточно обширный профиль применения, направленный и на лечение воспалительных процессов, и на ускорение регенерации и микроциркуляции тканей, и, конечно же, на снятие болевого синдрома.

## Материалы и методы

Поиск источников информации проводился в PubMed, Google Scholar. Горизонт исследования данной литературы составлял 10 лет. В поисковых запросах применялись термины: «breast cancer», «medical rehabilitation», «physiotherapy», «laser therapy», также другие словарные и тематические формы. При систематизации материала предпочтение отдавалось научным трудам, опубликованным в период 2015-2025 гг.

## Принципы действия лазеров и основные типы лазерных систем

Лазер представляет собой источник когерентного электромагнитного излучения с узким спектральным диапазоном и высокой интенсивностью. Принцип работы лазера основан на стимулированном излучении, при котором возбужденные атомы или молекулы, возвращаясь в основное состояние, испускают кванты света одинаковой фазы и частоты.

В медицинской практике используются различные типы лазеров, отличающиеся по длине волны, мощности и режиму излучения. Выбор конкретного типа лазера определяется характером задачи, типом тканей и требуемой глубиной воздействия [5].

В терапевтическом действии воздействие лазера можно условно разделить на три основных этапа:

- 1) первичные эффекты (изменение состояния электронных уровней и стереохимическая перестройка молекул, локальные термодинамические сдвиги, возникновение повышенной концентрации  $Ca^{2+}$  в цитозоле);
- 2) вторичные эффекты (распространение волн повышенной концентрации  $Ca^{2+}$  в клетке и между клетками, стимуляция биопроцессов на клеточном уровне, изменение функционального состояния отдельных клеток и организма в целом);
- 3) эффекты последствия (образование продуктов тканевого обмена, отклик систем иммунного, нейрогуморального и эндокринного регулирования и т. д.) [6].

Современные исследования в области лазерной терапии убедительно демонстрируют высокий уровень безопасности применяемых технологий. Многочисленные научные работы подтверждают, что энергетические характеристики лазеров, используемых в реабилитационной практике, находятся в пределах нормы естественного солнечного излучения, регистрируемого на поверхности нашей планеты. Спектральный диапазон длины волн соответствует солнечному, степень поляризации естественного света составляет до 85 %, как и у применяемых в медицинской практике лазеров. Наглядность проникновения лазерного света схематично изображена на рисунке (рис. 1.). Лазерная терапия по своей сути есть не что иное, как технически более совершенная «искусственная» гелио-, свето- или

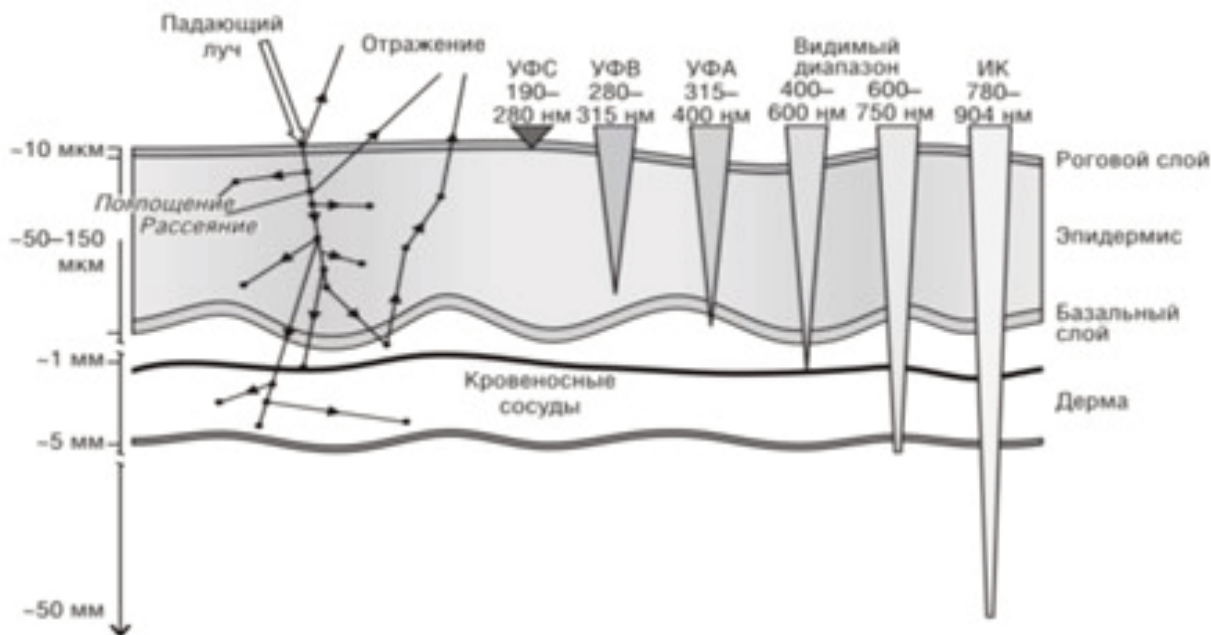


Рис. 1. Условная глубина проникновения через кожу лазерного света различных спектральных диапазонов [8]  
 Fig. 1. Estimated penetration depth of laser light through skin in different spectral ranges [8]

фототерапия. Основное свойство лазерного света – монохроматичность – предельно узкая спектральная область. Клиническая значимость проведенных исследований заключается в том, что они помогают понять не только безопасность метода ЛТ, но и его терапевтическую эффективность, механизмы воздействия на различные системы организма, а также потенциальные возможности применения в комплексной реабилитации пациентов [7].

#### Применение низкоинтенсивной лазерной терапии в реабилитации пациентов после хирургического лечения рака молочной железы

Подходы к лечению РМЖ в настоящий момент объединяют в себе локальное и системное воздействие. К первому из них относят хирургическое лечение и лучевую терапию, второй включает в себя лекарственное воздействие. Одним из основных видов хирургического лечения РМЖ является радикальная мастэктомия РМЖ по Маддену, которая подразумевает под собой удаление молочной железы и подмышечной клетчатки с лимфатическими узлами первого и второго уровня. Однако, несмотря на совмещение в данном виде хирургического лечения радикального подхода с оптимальной функциональностью, его применение может привести к развитию функциональных нарушений верхней конечности, что несёт за собой препятствие к профессиональной деятельности, самообслуживанию и в конечном итоге снижению качества жизни пациентов [9].

Современным перспективным лечебным фактором, способным уменьшить частоту и выраженность осложнений после РМЭ является ЛТ. Большинство экспертов рекомендует использование низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ) пациенткам после РМЭ. НИЛТ – это консервативный метод лечения,

основанный на использовании неионизирующего света. Фотоны определённой длины волны проникают в ткани кожи, воздействуя на целевую область с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения или фотобиомодуляционной терапии. Метод используется с целью улучшения лимфотока, уменьшения гиперемии, восстановления лимфатических сосудов и предотвращения уплотнения тканей [10].

Во время терапии происходят изменения в фибробластах, остеобластах, лимфоцитах и гладкомышечных клетках. Эти эффекты являются результатом мгновенных реакций, связанных с поглощением света определённой длины волны. Цитохром-оксидаза и флавиндегидрогеназы в дыхательной цепи митохондрий поглощают лучи, вызывая изменения в окислительно-восстановительной реакции (ОВР) в цитоплазме и митохондриях, что приводит к повышению уровня аденозинтрифосфата (АТФ). После синтеза АТФ, происходит увеличение метаболизма в клетках, подвергшихся лазерному облучению. Этот процесс запускает последующее восстановление клеток. Условная последовательность биологических эффектов после воздействия ЛТ схематично изображена на рисунке (рис. 2.). Кроме того, внутриклеточная передача сигналов и активация цитокинов обеспечивают различные реакции, связанные с развитием новых лимфатических сосудов, высвобождением факторов роста и усилением метаболизма. Исследования показывают, что применение НИЛТ помогает укрепить иммунную систему, способствуя оттоку избыточной жидкости, богатой белком, и увеличивая образование макрофагов [11]. Помимо этого, лазеротерапия рассматривается как адаптогенный фактор, способствующий стабилизации вегетативных показателей и коррекции психоэмоционального состояния [12].



Рис. 2. Последовательность развития биологических эффектов после воздействия ЛТ (механизм биологического и терапевтического действия ЛТ) [8]

Fig. 2. Sequence of development of biological effects following LT (mechanism of biological and therapeutic action of LT) [8]

В исследовании Mogahed H. G. и др. 30 пациентов с лимфедемой 2-й и 3-й степени были разделены на: группу 1 (n = 15) с воздействием НИЛТ и комплексных физиотерапевтических упражнений и группу 2 (n = 15) которым проводились только комплексные упражнения и плацебо-лазер. Сеансы проводились 3 раза в неделю в течении 3 месяцев. Длина волны составляла 905 нм. Средняя мощность 24 МВт. В качестве терапевтической дозы было выбрано 2 Дж=см<sup>2</sup>. В качестве оценки результата использовались измерения окружности и объема конечности до и после лечения. В результате было выявлено значительное уменьшение объема конечности: в первой группе объем снизился с 357.3 ± 74 мл. при первом измерении, до 248.7 ± 49.4 мл после лечения, в группе контроля объем составил 357.2 ± 74.3 мл при первом измерении и 357.1 ± 79.8 при измерении после лечения. Также было отмечено уменьшение баллов по ВАШ с 9 до 2 в исследуемой группе, и с 9 до 8 в группе контроля. Таким образом, авторы пришли к выводу, что сочетание НИЛТ со стандартными программами реабилитации оказывает значительное влияние на уменьшение лимфедемы и боли на стороне поражения [13].

В исследовании Kilmartin L и др 22 пациента с лимфедемой 2-й и 3-й степени были разделены на: группу 1 (n = 11): НИЛТ и комплексных физиотерапевтических упражнений и группу 2 (n = 11): которым проводились только комплексные упражнения и плацебо-лазер. Лечение проводилось 2 раза в неделю перед сеансами физиотерапии в количестве 8-16 сеансов. В качестве терапевтической дозы было выбрано 1.5 Дж=см<sup>2</sup>. Показатели оценивались перед лечением, через 3,6 и 12 месяцев после. В результате, через 12 месяцев у пациентов группы исследования было значительно меньше жалоб на симптомы лимфедемы 83,3 % против 55,6 %, уменьшились жалобы на симптомы нарушения подвижности конечности 44,4 против 33,3 %. Так же в группе получавшей НИЛТ было выявлено статистически значимое улучшение симптомов депрессии с 73 % до 11 % и самовосприятия с 36 до 0%. В группе, получавшей плацебо, не наблюдалось соответствующего значительного снижения общего количества симптомов. Результаты исследования не показали статистически значимых изменений объема конечностей ни в одной из групп, хотя в группе лазерной терапии

действительно наблюдается уменьшение объема конечностей > 5% со 100 до 63%. Незначительность изменений в объеме конечности в этом исследовании может быть связана с малой мощностью выборки  $n = 21$ .

Авторы пришли к выводу, что включение НИЛТ в состав комплексной физиотерапии способствует значительному улучшению восприятия симптомов лимфедемы у пациентов. Это достигается за счёт снижения выраженности симптомов и улучшения подвижности поражённой конечности. Кроме того, НИЛТ положительно влияет на эмоциональное состояние пациентов, снижая психоэмоциональное напряжение, связанное с проявлениями заболевания [14].

В другом исследовании Storz M.A. и др. 40 пациентов с лимфедемой были разделены на: группу 1 ( $n = 20$ ): НИЛТ и комплексных физиотерапевтических упражнений и группу 2 ( $n = 20$ ): которым проводились только комплексные упражнения и плацебо-лазер. Лечение проводилось в количестве 8 сеансов. Длина волны составляла 980 нм. Средняя мощность 40 МВт. В качестве терапевтической дозы было выбрано 4,89 Дж=см<sup>2</sup>. Показатели оценивались перед лечением, а также через 4,8 и 12 месяцев. Авторы отметили, что после лечения наблюдалось снижение медианы показателей боли на 50% и повышение качества жизни. Средняя сила поражённой конечности была стабильно выше после восьми сеансов НИЛТ по сравнению с исходными данными; однако статистически значимых межгрупповых различий ( $P \geq 0,05$ ) с течением времени обнаружено не было [15].

В исследовании Ridner S.H. и др. 46 пациентов с лимфедемой 1-й и 2-й степени были разделены на: группу 1 ( $n = 15$ ) с воздействием НИЛТ, группу 2 ( $n = 16$ ) которым проводился только лимфодренажный массаж (ЛДМ) и группу 3 ( $n = 15$ ) с воздействием НИЛТ и ЛДМ. После проведения сеанса, всем пациентам выполнялось компрессионное бинтование конечности. Лечение включало ЛДМ в течение 40 минут, НИЛТ в течение 20 минут, либо 20-минутный ЛДМ с последующим 20-минутной НИЛТ. Компрессионная повязка накладывалась после каждой процедуры. Длина волны составляла 904 нм. В результате во всех группах наблюдалось значительное уменьшение объема конечности и улучшение выраженности симптомов, а в группах получавших НИЛТ было выявлено улучшение со-

стояния кожных покровов. Однако, не было выявлено статистически значимых различий между группами. Отмечено и отсутствие различий в психологических и физических симптомах, а также в качестве жизни. При этом, отсутствие статистически значимой разницы между тремя группами позволяет предположить, что 20 - минутная доза НИЛТ, за которой немедленно следует компрессионное бинтование, потенциально столь же эффективна в уменьшении объема руки, как 40 - минутные сеансы ЛДМ или комбинированные ЛДМ и НИЛТ с последующим компрессионным бинтованием. Этот предварительный вывод заслуживает внимания, поскольку более короткая продолжительность каждого сеанса НИЛТ менее обременительна для пациентов и отнимает меньше времени у врача-реабилитолога [16].

### Заключение

В последние два десятилетия НИЛТ привлекает внимание множества исследователей. С тех пор, как НИЛТ начала применяться совместно с программами комплексной реабилитации, она показывает обнадеживающие результаты и повышает удовлетворенность пациентов проводимым лечением. Применение комплекса физиотерапевтических методик, таких как лечебная физкультура, комплексная деконгестивная терапия (КДТ) и использование компрессионного бинтования в сочетании с НИЛТ помогает достичь значительного улучшения результатов лечения.

Несмотря на то, что в консенсусе международной ассоциации лазерной терапии (WALT) от 2006 года представлены четкие критерии для использования длины волны, соответствующей дозы и продолжительности лазерной терапии, в настоящее время наши представления о применении НИЛТ расширяются [17]. Используются новые виды лазеров с различной мощностью и длинной волны. Разрабатываются новые комбинации сочетания физиотерапевтических агентов. Из-за различий в процессах лечения, методологиях и вариативности факторов затрудняется сбор полноценной информации об использовании НИЛТ. В конечном итоге это приводит к противоречивым результатам. Назрела необходимость в разработке алгоритма принятия врачебных решений для проведения программ комплексной реабилитации пациентов после хирургического лечения РМЖ, включающих НИЛТ.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Старинский В.В. Злокачественные новообразования в России в 2023 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д.Каприна и др. М.: МНИОИ им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2024. 276 с. ISBN 978-5-85502-298-8.
2. Щербак С.Г., Воложжанин Д.А., Камилова Т.А., Голота А.С., Макаренко С.В., Усикова Е.В. Реабилитация онкологических пациентов // Университетский терапевтический вестник. 2024. Т.6. №3. С. 19-35. Doi: [10.56871/Uty.2024.49.73.002](https://doi.org/10.56871/Uty.2024.49.73.002).
3. Кончугова Т.В. Научное обоснование к применению методов санаторно-курортного лечения у пациентов онкологического профиля // Арбатские чтения: Сборник научных трудов. Материалы и тезисы докладов III конгресса мэров городов-курортов и главных внештатных специалистов. Москва, 14–15 октября 2021 г. Т.6. М.: Знание, 2021. С. 148-149. Doi: [10.38006/00187-095-1.2021.148.149](https://doi.org/10.38006/00187-095-1.2021.148.149). EDN RHEXVI.
4. Горчак Ю.Ю., Генс Г.П., Праздников Э.Н., Стаханов М.Л., Решетов Д.Н., Хланта Д.А., Князьков В.Б., Овчаров С.Э. Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в реабилитационно-восстановительном лечении онкологических больных // Лазерная медицина. 2021. Т.25. №3. С. 47-58. Doi: [10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58](https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58).
5. Гочаманов А.А. Использование лазеров в медицине // Наука и мировоззрение. 2025. Т.1. №47. С.145-151. Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lazerov-v-medicine>.
6. Лазерная терапия на стационарном и амбулаторном этапах реабилитации онкологических больных: Учебно-методическое пособие / ФНКЦ специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России. Тверь: Триада, 2020. 24 с. ISBN 978-5-94789-940-5. EDN NJXOCL.

7. Исоева Б.И. Лазерное излучение как лечебный фактор (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2022. №6. С. 141-161. Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernoe-izluchenie-kak-lechebnyy-faktor-obzor-literatury>
8. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Т.1. М.-Тверь: Триада, 2016. 896 с.
9. Медведев К.И., Завьялов А.А. Функциональные нарушения после мастэктомии. Методы их коррекции // Клинический вестник ФМБЦ им А.И.Бурназяна. 2025. №2. С. 59-64. Doi 10.33266/2782-6430-2025-2-59-64. EDN JCCYYH.
10. Ebid A.A., El-Sodany A.M. Long-Term Effect of Pulsed High-Intensity Laser Therapy in the Treat-Ment of Post-Mastectomy Pain Syndrome: a Double Blind, Placebo-Control, Randomized Study // Lasers Med Sci. 2015. V.30. No.6. P. 1747-1755.
11. Borman P. Lymphedema Diagnosis, Treatment, and Follow-Up from the View Point of Physical Medicine and Rehabilitation Specialists // Turk J Phys Med Rehabil. 2018 sep.3. V.64. No.3. P. 179-197. Doi: 10.5606/tftrd.2018.3539. PMID: 31453511. PMCID: PMC6657795.
12. Mahmood D., Ahmad A., Sharif F., et al. Clinical Application of Low-Level Laser Therapy (Photo-Biomodulation Therapy) in the Management of Breast Cancer-Related Lymphedema: a Systematic Review // BMC Cancer . 2022. No.22. P. 937. Doi: 10.1186/s12885-022-10021-8.
13. Кучерова Т.Я., Вусик М.В., Черемисина О.В. Физические факторы и их роль в онкологии // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2019. №3. С. 12-17.
14. Mogahed H.G.H., Badawy M.M., Aziz N.M.A. Low-Level Laser Diode on Post Modified Radical mastectomy Lymphedema: a Randomized Controlled Trial // Journal of Advanced Pharmacy Education & Research. Oct-Dec. 2020. V.10. No.4. P. 105-109.
15. Kilmartin L., Denham T., Fu M.R., Yu G., Kuo T.T., Axelrod D., Guth A.A. Complementary Low-Level Laser Therapy for Breast Cancer-Related Lymphedema: a Pilot, Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study // Lasers Med Sci. 2020 Feb. V.35. No.1. P. :95-105. Doi: 10.1007/s10103-019-02798-1. Epub 2019 May 11. PMID: 31079232.
16. Storz M.A., Gronwald B., Gottschling S., Schöpe J., Mavrova R., Baum S. Photobiomodulation Therapy in Breast Cancer-Related Lymphedema: a Randomized Placebo-Controlled Trial // Photodermatol Photoimmunol Photomed. 2017 Jan. V.33. No.1. P. 32-40. Doi: 10.1111/phpp.12284. PMID: 27943450.
17. Ridner S.H., Poage-Hooper E., Kanar C., Doersam J.K., Bond S.M., Dietrich M.S. A Pilot Randomized Trial Evaluating Low-Level Laser Therapy as an Alternative Treatment to Manual Lymphatic Drainage for Breast Cancer-Related Lymphedema. Oncol Nurs Forum. 2013 Jul. V.40. No.4. P. 383-93. Doi: 10.1188/13.ONF.383-393. PMID: 23803270; PMCID: PMC3887507
18. World Association of Laser Therapy (WALT). Consensus Agreement on the Design and Conduct of Clinical Studies with Low-Level Laser Therapy and Light Therapy for Musculoskeletal Pain and Disorders // Photomed Laser Surg. 2006 Dec. V.24. No.6. P. 761-2. Doi: 10.1089/pho.2006.24.761. PMID: 17199479.

## REFERENCES

1. Starinskiy V.V. *Zlokachestvennyye Novoobrazovaniya v Rossii v 2023 Godu (Zabolevayemost' i Smertnost')* = Malignant Neoplasms in Russia in 2023 (Incidence and Mortality). Ed. A.D.Kaprin, et al. Moscow, MNIIO im. P.A.Gertsena – Filial NMITS Radiologii Publ., 2024. 276 p. (In Russ.). ISBN 978-5-85502-298-8.
2. Shcherbak S.G., Vologzhanin D.A., Kamilova T.A., Golota A.S., Makarenko S.V., Usikova Ye.V. Rehabilitation of Cancer Patients. *Universitetskiy Terapevticheskiy Vestnik* = University Therapeutic Journal. 2024;6;3:19-35 (In Russ.). Doi: 10.56871/Ujt.2024.49.73.002.
3. Konchugova T.V. Scientific Substantiation for the Use of Spa Treatment Methods in Oncology Patients. *Arbatskiye Chteniya* = Arbat Readings. Proceedings of Scientific Papers. Materials and Abstracts of Reports of the III Congress of Mayors of Resort Cities and Chief Freelance Specialists. Moscow, October 14-15, 2021. Vol. 6. Moscow, Znaniye Publ., 2021. P. 148-149 (In Russ.). Doi: 10.38006/00187-095-1.2021.148.149. EDN RHEXBI.
4. Gorchak Yu.Yu., Gens G.P., Prazdnikov E.N., Stakhanov M.L., Reshetov D.N., Khlanta D.A., Knyaz'kov V.B., Ovcharov S.E. Possibilities of Low-Intensity Laser Radiation in the Rehabilitation and Restorative Treatment of Cancer Patients. *Lazernaya Meditsina* = Laser Medicine. 2021;25;3:47-58 (In Russ.). Doi: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58.
5. Gochamanov A.A. Use of Lasers in Medicine. *Nauka i Mirovozzreniye* = Science and Worldview. 2025;1;47:145-151 (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lazero-v-meditsine>.
6. *Lazernaya Terapiya na Statsionarnom i Ambulatornom Etapakh Reabilitatsii Onkologicheskikh Bol'nykh* = Laser Therapy at the Inpatient and Outpatient Stages of Rehabilitation of Cancer Patients. A Tutorial. Tver, Triada Publ., 2020. 24 p. (In Russ.). ISBN 978-5-94789-940-5. EDN NJXOCL.
7. Isoyeva B.I. Laser Radiation as a Therapeutic Factor (Literature Review). *Biologiya i Integrativnaya Meditsina* = Biology and Integrative Medicine. 2022;6:141-161 (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernoe-izluchenie-kak-lechebnyy-faktor-obzor-literatury>.
8. Moskvin S.V. *Osnovy Lazernoy Terapii* = Fundamentals of Laser Therapy. Vol. 1. Moscow-Tver, Triada Publ., 2016. 896 p. (In Russ.).
9. Medvedev K.I., Zav'yalov A.A. Functional Disorders after Mastectomy. Methods of their Correction. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS im. A.I.Burnazyana* = A.I.Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025;2:59-64 (In Russ.). Doi: 10.33266/2782-6430-2025-2-59-64. EDN JCCYYH.
10. Ebid A.A., El-Sodany A.M. Long-Term Effect of Pulsed High-Intensity Laser Therapy in the Treat-Ment of Post-Mastectomy Pain Syndrome: a Double Blind, Placebo-Control, Randomized Study. *Lasers Med Sci.* 2015;30;6:1747-1755.
11. Borman P. Lymphedema Diagnosis, Treatment, and Follow-Up from the View Point of Physical Medicine and Rehabilitation Specialists. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2018 sep.3;64;3:179-197. Doi:10.5606/tftrd.2018.3539. PMID: 31453511. PMCID: PMC6657795.
12. Mahmood D., Ahmad A., Sharif F., et al. Clinical Application of Low-Level Laser Therapy (Photo-Biomodulation Therapy) in the Management of Breast Cancer-Related Lymphedema: a Systematic Review. *BMC Cancer .* 2022;22:937. Doi: 10.1186/s12885-022-10021-8.
13. Kucherova T.YA., Vusik M.V., Cheremisina O.V. Physical Factors and their Role in Oncology. *Fizicheskaya i Reabilitatsionnaya Meditsina, Meditsinskaya Reabilitatsiya* = Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation. 2019;3:12-17 (In Russ.).
14. Mogahed H.G.H., Badawy M.M., Aziz N.M.A. Low-Level Laser Diode on Post Modified Radical Mastectomy Lymphedema: a Randomized Controlled Trial. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research.* Oct-Dec. 2020;10;4:105-109.
15. Kilmartin L., Denham T., Fu M.R., Yu G., Kuo T.T., Axelrod D., Guth A.A. Complementary Low-Level Laser Therapy for Breast Cancer-Related Lymphedema: a Pilot, Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study. *Lasers Med Sci.* 2020 Feb;35;1:95-105. Doi: 10.1007/s10103-019-02798-1. Epub 2019 May 11. PMID: 31079232.
16. Storz M.A., Gronwald B., Gottschling S., Schöpe J., Mavrova R., Baum S. Photobiomodulation Therapy in Breast Cancer-Related Lymphedema: a Randomized Placebo-Controlled Trial. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2017 Jan;33;1:32-40. Doi: 10.1111/phpp.12284. PMID: 27943450.
17. Ridner S.H., Poage-Hooper E., Kanar C., Doersam J.K., Bond S.M., Dietrich M.S. A Pilot Randomized Trial Evaluating Low-Level Laser Therapy as an Alternative Treatment to Manual Lymphatic Drainage for Breast Cancer-Related Lymphedema. *Oncol Nurs Forum.* 2013 Jul;40;4:383-93. Doi: 10.1188/13.ONF.383-393. PMID: 23803270; PMCID: PMC3887507
18. World Association of Laser Therapy (WALT). Consensus Agreement on the Design and Conduct of Clinical Studies with Low-Level Laser Therapy and Light Therapy for Musculoskeletal Pain and Disorders. *Photomed Laser Surg.* 2006 Dec;24;6:761-2. Doi: 10.1089/pho.2006.24.761. PMID: 17199479.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 12.09.2025. **Принята к публикации:** 16.10.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 14.09.2025. **Accepted for publication:** 16.10.2025

Т.Ш. Садеков, О.Г. Жиленкова, Э.Р. Мехтиев

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛИПИДНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ НЕОПЛАЗИИ ПО КОНЦЕНТРАЦИЯМ МИНОРНЫХ ЛИПИДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В КРОВИ

ФБУН «Московский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского»  
Роспотребнадзора, Москва, Россия

Контактное лицо: Тимур Шамилевич Садеков: timur-sadekov@mail.ru

### Резюме

Колоректальный рак и другие неоплазии кишечника остаются одной из ведущих причин онкологической смертности во всем мире. Заболевание часто диагностируется на поздних стадиях, что ограничивает возможности терапии и ухудшает прогноз. В связи с этим актуальной задачей является поиск новых, неинвазивных и высокочувствительных методов ранней диагностики. Одним из перспективных направлений считается исследование липидного профиля крови, в частности минорных липидных компонентов (МЛКК), отражающих метаболические изменения, связанные с опухолевым процессом.

**Цель:** разработать методику определения липидного профиля биомаркеров при неоплазии по минорным липидным компонентам крови.

**Материал и методы:** в исследование включено 497 пациентов, из которых 151 с подтвержденными неоплазиями кишечника и 346 составили клинически здоровую контрольную группу. Взятие венозной крови проводилось натощак. Определение жирно-кислотных соединений выполнялось методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией (ГХ-МС). Статистическая обработка данных включала методы описательной статистики и кластерный анализ по методу Варда (STATISTICA 8.0).

**Результаты:** установлены достоверные различия концентраций МЛКК между группами ( $p < 0,05$ ). Кластерный анализ выявил наиболее информативные соединения (10h18, 10Me16, i17:1d9, 17:1d9, i16, i15), характеризующиеся высокой корреляцией и различной кратностью изменений. ROC-анализ подтвердил диагностическую значимость ряда метаболитов. Наибольшую ценность показала изопентадеценная кислота i17:1d9 (AUC = 0,978, Se = 92,1%, Sp = 95,7%, PPV = 90,3%, NPV = 96,5%). Высокие показатели также получены для 10-гидроксистеариновой кислоты 10h18 (AUC = 0,861, Se = 90,1%, Sp = 73,1%). Другие соединения: 10Me16, 17:1d9, i16, i15 продемонстрировали умеренные или низкие значения AUC, что ограничивает их применение в диагностике.

**Заключение:** минорные липидные компоненты крови отражают характерные метаболические сдвиги при неоплазии кишечника и могут служить информативными биомаркерами ранней диагностики. Наибольшую значимость показали изопентадеценная кислота i17:1d9 и гидроксистеариновая кислота 10h18, которые потенциально могут быть включены в состав мультипараметрических диагностических панелей. Внедрение анализа МЛКК в скрининговые программы позволит повысить эффективность раннего выявления колоректального рака и реализовать персонализированный подход к диагностике и мониторингу онкопатологии.

**Ключевые слова:** неоплазия, колоректальный рак, липидный профиль, минорные липидные компоненты, газовая хроматография–масс-спектрометрия (ГХ-МС), биомаркеры, метаболомика

**Для цитирования:** Садеков Т.Ш., Жиленкова О.Г., Мехтиев Э.Р. Биотехнологические подходы изучения липидного профиля при неоплазии по концентрациям минорных липидных компонентов в крови /Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 65–70. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-65-70

T.Sh. Sadekov, O.G. Zhilenkova, E.R. Mekhtiev

## Biotechnological Approaches to Studying Lipid Profile in Neoplasia by Concentrations of Minor Lipid Components in Blood

G.N. Gabrichevsky Moscow Research Institute for Epidemiology and Microbiology, Russia

Contact person: SadekovTimur Shamil'evich: timur-sadekov@mail.ru

### Abstract

Colorectal cancer and other intestinal neoplasms remain among the leading causes of cancer-related mortality worldwide. The disease is often diagnosed at advanced stages, which limits therapeutic options and worsens prognosis. Therefore, the development of novel, non-invasive, and highly sensitive methods for early detection is of paramount importance. One promising approach involves the study of the blood lipid profile, particularly minor lipid components (MLCs), which reflect tumor-associated metabolic alterations.

**Purpose:** To develop a methodology for determining the lipid profile of biomarkers in intestinal neoplasms based on minor lipid components of blood.

**Material and methods:** the study included 497 participants, comprising 151 patients with confirmed intestinal neoplasms and 346 clinically healthy controls. Venous blood samples were collected after overnight fasting. Fatty acid compounds were analyzed using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC–MS). Statistical analysis involved descriptive methods and Ward’s hierarchical clustering (STATISTICA 8.0).

**Results:** significant differences in MLC concentrations were identified between groups ( $p < 0.05$ ). Cluster analysis highlighted the most informative compounds (10h18, 10Me16, i17:1d9, 17:1d9, i16, i15), characterized by strong correlations and varying degrees of change. ROC analysis confirmed the diagnostic value of several metabolites. The highest performance was demonstrated by isopentadecanoic acid i17:1d9 (AUC = 0.978, Se = 92.1%, Sp = 95.7%, PPV = 90.3%, NPV = 96.5%). High diagnostic accuracy was also shown for 10-hydroxystearic acid 10h18 (AUC = 0.861, Se = 90.1%, Sp = 73.1%). Other compounds – 10Me16, 17:1d9, i16, and i15 – showed moderate or low AUC values, limiting their utility in diagnostics.

**Conclusion:** minor lipid components of blood reflect characteristic metabolic shifts associated with intestinal neoplasms and may serve as informative biomarkers for early detection. The most significant diagnostic potential was observed for isopentadecanoic acid i17:1d9 and 10-hydroxystearic acid 10h18, which could be incorporated into multiparametric diagnostic panels. Integration of MLC analysis into screening programs may improve early colorectal cancer detection and support personalized approaches to diagnosis and disease monitoring.

**Keywords:** neoplasia, colorectal cancer, lipid profile, minor lipid components, gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS), biomarkers, metabolomics

**For citation:** Sadekov TSh, Zhilenkova OG, Mekhtiev ER. Biotechnological Approaches to Studying Lipid Profile in Neoplasia by Concentrations of Minor Lipid Components in Blood. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:65-70. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-65-70

## Введение

Колоректальный рак (КР) и другие неоплазии кишечника остаются одной из ведущих причин онкологической смертности во всем мире. Заболевание часто диагностируется на поздних стадиях, что существенно ограничивает терапевтические возможности и ухудшает прогноз. Несмотря на использование современных методов диагностики, таких как ультразвуковое исследование и биопсия, существует острая потребность в неинвазивных, высокочувствительных и специфичных подходах к раннему выявлению опухолей желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). В условиях отсутствия массовых скрининговых программ и неспецифичности ранних симптомов КР разработка новых диагностических инструментов становится приоритетной задачей современной медицины.

Метаболомика, основанная на газовой хроматографии масс-спектрометрии, открывает новые перспективы для изучения молекулярных изменений, связанных с онкологическими процессами. Особое внимание уделяется минорным липидным компонентам крови (МЛКК), таким как сфинголипиды, лизофосфолипиды и оксипипины, которые могут служить биомаркерами для ранней диагностики, оценки риска и мониторинга терапии. Данные метаболиты отражают изменения в микросреде опухоли и системные метаболические сдвиги, что делает их перспективными для разработки диагностических панелей в рамках персонализированной медицины. Целью исследования является разработка методики определения липидного профиля биомаркеров при неоплазии по минорным липидным компонентам крови.

## Материал и методы

В исследование были включены 497 пациента, включая 151 пациента с установленным диагнозом неоплазии кишечника (в том числе аденокарцинома толстой кишки) и 346 пациентов из клинически здоровой контрольной группы. Пациенты были ото-

браны в рамках плановых осмотров в ГАУЗ «Московская городская онкологическая больница № 62». Диагноз и стадия опухолевого процесса у всех пациентов были подтверждены гистологически в соответствии с адаптированной классификацией TNM, используемой в онкологии.

Для анализа отбирали цельную кровь пациентов с неоплазией толстого кишечника в пробирки с ЭДТА. Для анализа цельной крови использовали 40 мкл образца, переносили в вials, объемом 1,5 мл с тефлоновой прокладкой, добавляли 40 мкл метанола и сушили при 80 °С. Затем в образец добавляли 400 мкл 1М HCl в метаноле, плотно закрывали и проводили метанолиз при 80 °С в течение 1 часа.

Анализ включал прямое извлечение жирнокислотных соединений с последующим определением их в виде метиловых и триметилсилильных эфиров. После охлаждения добавляли 300 нг дейтерометилированного внутреннего стандарта (тридекановой кислоты в гексане), экстрагировали 400 мкл гексаном, отстаивали, высушивали, и обрабатывали BSTFA (20 мкл, 80 °С, 10 мин) для получения триметилсилильных производных.

После добавления 80 мкл гексана проба была готова к анализу. При использовании автосемплера смесь переносили в коническую вставку, которую помещали в исходную вial [1].

Для анализа 2 мкл вводили вручную или автосемплером в инжектор MAESTRO 7820A с масс-селективным детектором Agilent 5975. Использовалась капиллярная колонка HP-5ms (25 м × 0,25 мм), газ-носитель – гелий. Температурная программа: от 135 до 320 °С со скоростью 7 °С/мин, выдержка при 135 °С – 1,5 мин. Температура испарителя – 250 °С, интерфейса – 250–300 °С. Масс-спектрометр – квадрупольный, в режиме селективного ионного мониторинга (SIM) или масс-фрагментографии (МФ) [3].

Обработка данных осуществлялась на основании масс-спектров и времени удерживания. Качественную и количественную идентификацию маркеров выполняли с помощью программного обеспечения

и электронных таблиц с учётом калибровок по внутреннему стандарту [2].

Образцы венозной крови отбирались у пациентов натошак, с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Аналитический протокол предусматривал применение метода газовой хроматографии с масс-спектрометрией (ГХ-МС), адаптированной для выявления минорных липидных и метаболических компонентов в венозной крови [4].

Для статистической обработки данных использовались методы описательной статистики, кластерный анализ по методу Варда, с использованием программы STATISTICA 8.0. Значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

### Результаты

В выборке сравнили уровни липидных минорных компонентов у двух групп: пациентов с неоплазией толстого кишечника (ОГ) и здоровых контрольных пациентов, которые составляли группу сравнения (ГС). На основе представленной табл. 1, содержащей данные о концентрациях минорных липидных компонентов в цельной крови пациентов, была проведена оценка их диагностической значимости для раннего выявления неоплазий кишечника.

Каждый компонент представлен в виде медианных значений с межквартильным размахом (Me [Q1–Q3]), что отражает вариативность концентраций в обеих группах. Статистическая значимость различий между группами определялась по  $p$ -значению, где значения ниже 0,05 указывают на достоверные различия.

В ходе сравнительного анализа концентраций микробных маркеров между группами РК и ГС было выявлено, что распределение биомаркеров существенно различается. Для группы РК характерно более высокое содержание отдельных специфичных соединений, таких как 18:1d9a (олеиновая кислота), Coprostanol, что может указывать на особенности метаболической активности и микробиоты в этой когорте. В то же время в группе ГС наблюдались повышенные концентрации преимущественно липидных маркеров, включая Cholesterol, Cholesten-diol, Cholestadienon, а также 18:1d11 (цис-вакценовая кислота), a17 (антеизогептадекановая кислота) и 20:1 (арахиновая кислота), что отражает более выраженные изменения липидного обмена.

Таким образом, группа РК демонстрирует акцент на микробные и специфические метаболические маркеры, тогда как группа ГС характеризуется усиленными проявлениями липидных метаболитов.

Многие МЛКК имеют  $p$ -Value  $< 0,001$ , что говорит о достоверной разнице концентраций между пациентами с онкологическими заболеваниями и здоровыми пациентами.

При изучении видно, что концентрации i16a, i14 повышены у пациентов с онкологическими заболеваниями, отмечается снижение концентраций a13, 14:1d9, i13, i7.

Это позволяет предположить, что опухолевый процесс сопровождается характерными изменениями МЛКК.

Такая разнонаправленность свидетельствует о липидном дисбалансе, характерном для онкопроцессов [5].

МЛКК потенциально связаны с патогенезом опухолей ЖКТ.

Изменение концентраций МЛКК может быть реакцией организма на опухоль (например, воспаление или иммунный ответ), следствием воздействия опухоли на микробиом или даже участником онкогенеза, т.е. способствующим развитию неоплазий. Они пригодны как биомаркеры для скрининга и диагностики.

Это делает такие показатели перспективными для клинической диагностики, особенно на ранних этапах, когда симптомы еще отсутствуют.

В табл. 2 вошли только кластеры А и С. Кластеры В, D и E исключили по объективным причинам (низкая корреляция, низкая кратность изменений, высокая вариабельность и отсутствие специфичности). В кластере А наблюдаются высокие коэффициенты корреляции ( $r = 0,689 - 0,996$ ), что указывает на сильные взаимосвязи между уровнями концентраций МЛКК. Наиболее высокая корреляция отмечена у 10-гидроксистеариновой кислоты (10h18,  $r = 0,996$ ) и 10-метилгексадекановой кислоты (10Me16,  $r = 0,961$ ) – они могут быть ключевыми маркерами. Значения «кратности» варьируют: от относительно низкой у гептадеценной кислоты (17:1d9, 0,09768) до достаточно высокой у изопентадеценной кислоты (i17:1d9, 0,52905). В целом, для кластера А характерна комбинация высокой корреляции и умеренных/высоких кратностей, что говорит о стабильных и значимых изменениях МЛКК.

Кластер С демонстрирует очень высокие коэффициенты корреляции ( $r = 0,703-0,989$ ), большинство  $> 0,9$ , что указывает на тесные взаимосвязи. Особенно выделяются изостеариновая кислота (i16,  $r = 0,989$ ) и изопентадекановая кислота (i15,  $r = 0,956$ ). При этом «кратность» у большинства соединений низкая (0,029–0,046), то есть изменения выражены значительно слабее, чем в кластере А.

Представленные значимые МЛКК при неоплазии толстого кишечника свидетельствуют о нарастающих метаболических изменениях в крови с прогрессирующей онкологического процесса и рассматриваются как потенциально универсальные биомаркеры и могут быть использованы при создании диагностических панелей в рамках персонализированного подхода.

Благодаря кластерному анализу были получены 6 значимых 10h18 (10-гидроксистеариновая кислота), 10Me16 (10-метилгексадекановая кислота), i17:1d9 (изопентадеценная кислота), 17:1d9 (гептадеценная кислота), i16 (изостеариновая кислота), i15 (изопентадекановая кислота) (табл. 3).

Распределение ROC-кривых позволило оценить модель по чувствительности (Se), специфичности (Sp) и прогностической значимости (Ip).

Это подтверждает, что метаболический профиль в крови может служить мощным предиктором опухоли.

Таблица 1

**Минорные липидные компоненты крови в группах**  
**Minor lipid components of blood in groups**

МЛКК	Название МЛКК	(Ме [Q1–Q3])		p-Value
		ОГ	ГС	
i16a	изо-пальмитиновая кислота	1,62 [1,081 - 2,08]	1,358 [0,945 - 1,931]	0,031
a13	антеизодекановая кислота	0,127 [0,073 - 0,232]	0,029 [0,018 - 0,041]	<0,001
i14	изомирамистиновая кислота	0,24 [0,125 - 0,399]	0,227 [0,153 - 0,32]	0,491
14:1d9	9,10-тетрадеценная кислота	0,033 [0,021 - 0,055]	0,039 [0,024 - 0,068]	0,040
14:1d11	11,12-тетрадеценная кислота	0,358 [0,248 - 0,561]	0,414 [0,224 - 0,666]	0,220
i12	изолауриновая кислота	0,009 [0,005 - 0,016]	0,013 [0,008 - 0,021]	<0,001
3h12	3-гидроксилауриновая кислота	0,006 [0,003 - 0,009]	0,012 [0,008 - 0,019]	<0,001
2h12	2-гидроксилауриновая кислота	0,012 [0,008 - 0,021]	0,008 [0,006 - 0,013]	<0,001
i15	изопентадекановая кислота	0,739 [0,494 - 1,225]	0,868 [0,561 - 1,256]	0,072
a15	антеизопентадекановая кислота	1,018 [0,636 - 1,431]	1,031 [0,643 - 1,479]	0,980
15:1d9	9,10-пентадеценная кислота	0,032 [0,017 - 0,053]	0,045 [0,026 - 0,063]	<0,001
10Me15	10-метилпентадекановая кислота	0,076 [0,051 - 0,105]	0,092 [0,064 - 0,134]	0,001
i16:1d9	изогексадеценная кислота	0,047 [0,033 - 0,07]	0,047 [0,031 - 0,077]	0,696
i16	изостеариновая кислота	2,748 [2,115 - 4,048]	3,667 [2,626 - 5,043]	<0,001
16:1d7	7,8-гексадеценная кислота	3,515 [2,355 - 4,467]	3,219 [1,87 - 4,817]	0,191
3h14	3-гидроксирамиристиновая кислота	0,053 [0,038 - 0,071]	0,031 [0,021 - 0,045]	<0,001
2h14	2-гидроксилауриновая кислота	0,036 [0,027 - 0,055]	0,032 [0,021 - 0,048]	0,004
10Me16	10-метилгексадекановая кислота	0,356 [0,286 - 0,441]	0,315 [0,22 - 0,438]	0,001
i19	изононадекановая кислота	0,183 [0,124 - 0,239]	0,414 [0,292 - 4,798]	<0,001
a17	антеизогептадекановая кислота	3,94 [3,204 - 5,94]	5,101 [3,596 - 7,112]	0,001
18:1d11	цис-вакценовая кислота	30,329 [22,193 - 39,194]	35,666 [26,926 - 49,282]	<0,001
i17:1d9	изопентадеценная кислота	0,296 [0,17 - 0,581]	0,035 [0,018 - 0,059]	<0,001
17:1d9	гептадеценная кислота	0,354 [0,265 - 0,519]	0,335 [0,175 - 0,535]	0,013
17cyc	циклогептадекановая кислота	0,016 [0,009 - 0,023]	0,019 [0,013 - 0,029]	<0,001
12:0	лауриновая кислота	3,268 [2,188 - 5,501]	3,772 [2,462 - 5,6]	0,125
i18	изооктадекановая кислота	0,041 [0,031 - 0,068]	0,073 [0,038 - 0,117]	<0,001
3h16	3-гидроксигексадекановая кислота	0,198 [0,177 - 0,249]	0,268 [0,202 - 0,359]	<0,001
18:1d11a	цис-вакценовая кислота	5,097 [3,082 - 7,526]	6,823 [3,197 - 12,739]	<0,001
a19	антеизонанодекановая кислота	0,714 [0,577 - 0,971]	0,73 [0,522 - 0,974]	0,419
18:1d9a	олеиновая кислота	37,092 [22,457 - 49,286]	21,933 [11,629 - 40,742]	<0,001
3h18	3-гидроксиоктадекановая кислота	0,061 [0,043 - 0,08]	0,052 [0,036 - 0,082]	0,076
10h18	10-гидроксистеариновая кислота	0,229 [0,174 - 0,317]	0,098 [0,067 - 0,149]	<0,001
19cyc	циклононадекановая кислота	0,02 [0,016 - 0,025]	0,042 [0,027 - 0,068]	<0,001
Coprostanol	копростанол	0,074 [0,05 - 0,146]	0,033 [0,02 - 0,066]	<0,001
i17a	изостеариновая кислота	3,249 [2,076 - 3,89]	2,166 [1,293 - 3,336]	<0,001
20:1d11	11-эйкозановая кислота	0,331 [0,285 - 0,451]	0,653 [0,403 - 1,106]	<0,001
Cholestendiol	холестендиол	0,007 [0,004 - 0,012]	0,573 [0,186 - 1,569]	<0,001
Campesterol	кампестерол	0,188 [0,118 - 0,3]	0,27 [0,152 - 0,443]	<0,001
16:1d9t	9,10-гексадеценная кислота	0,609 [0,445 - 0,794]	0,747 [0,535 - 1,121]	<0,001
b-Sitosterol	бета-ситостерол	0,368 [0,197 - 0,628]	0,102 [0,055 - 0,204]	<0,001
i15a	изопентадекановая кислота	0,103 [0,065 - 0,179]	0,187 [0,066 - 0,353]	<0,001
16:1d11	11,12-гексадеценная кислота	0,189 [0,111 - 0,341]	0,265 [0,145 - 0,429]	0,001
14a	антеизомиристиновая кислота	0,498 [0,324 - 0,741]	0,587 [0,413 - 0,819]	0,005
14:1d7	7,8-тетрадеценная кислота	0,218 [0,116 - 0,363]	0,579 [0,305 - 0,959]	<0,001
a15a	антеизопентадекановая кислота	0,043 [0,025 - 0,08]	0,038 [0,028 - 0,061]	0,170
i14a	изомиристиновая кислота	0,506 [0,262 - 0,88]	0,443 [0,244 - 0,81]	0,198
Cholesterol	холестерол	0,542 [0,375 - 0,791]	0,444 [0,273 - 0,756]	0,039
Cholestadienon	холестадиенон	9,187 [7,47 - 11,556]	14,442 [9,369 - 19,587]	<0,001
20:1	арахиновая кислота	0,021 [0,01 - 0,154]	0,726 [0,361 - 1,676]	<0,001
2h24	2-гидрокси тетракозановая кислота	3,393 [2,712 - 4,336]	4,134 [2,902 - 6,516]	<0,001
2h26	2-гидрокси гексановая кислота	0,919 [0,638 - 1,495]	0,656 [0,367 - 1,09]	<0,001

**Примечание.** ОГ – основная группа, ГС – группа сравнения

Таблица 2

**Распределение значимых МЛКК при неоплазии толстого кишечника**  
**Distribution of significant MLCCs in colon neoplasia**

Кластер	МЛКК	Название МЛКК	r (коэффициент корреляции)	Кратность
A	2h14	2-гидроксилауриновая кислота	0,763	0,23379
A	10Me16	10-метилгексадекановая кислота	0,961	0,27554
A	i17:1d9	изопентадеценная кислота	0,689	0,52905
A	17:1d9	гептадеценная кислота	0,791	0,09768
A	10h18	10-гидроксистеариновая кислота	0,996	0,45906
A	2h24	2-гидрокситетракозановая кислота	0,768	0,28578
A	2h26	2-гидроксигексановая кислота	0,878	0,44345
C	i14	изомирамистиновая кислота	0,81	0,03497
C	14:1d11	11,12-тетрадеценная кислота	0,777	0,12278
C	i15	изопентадекановая кислота	0,956	0,04521
C	a15	антеизопентадекановая кислота	0,918	0,02989
C	i16	изостеариновая кислота	0,989	0,04255
C	a17	антеизогептадекановая кислота	0,912	0,03535
C	16:1d11	11,12-гексадеценная кислота	0,703	0,24003

**Примечание.** МЛКК – минорные липидные компоненты

Таблица 3

**Распределение значимых МЛКК при неоплазии толстого кишечника**  
**Distribution of significant MLCCs in colon neoplasia**

МЛКК	AUC	Cut-off	Se	Sp	PPV	NPV
10Me16	0,596754	0,245737	0,874172	0,33237	0,363636	0,858209
i17:1d9	0,978084	0,109079	0,92053	0,956647	0,902597	0,965015
17:1d9	0,570302	0,213848	0,927152	0,33526	0,378378	0,913386
i16	0,39693	1,455136	0,97351	0,052023	0,309474	0,818182
i15	0,449278	2,293506	0,066225	0,971098	0,5	0,704403
10h18	0,86064	0,143055	0,900662	0,731214	0,593886	0,94403

**Примечание.** МЛКК – МЛКК – минорные липидные компоненты, AUC — площадь под кривой (обычно под ROC-кривой), Cut-off – пороговое значение (граница, разделяющая положительный и отрицательный результат теста), Se – чувствительность, Sp (Specificity) – специфичность, PPV – положительная прогностическая точность, NPV – отрицательная прогностическая точность, 10Me16 – 10-метилгексадекановая кислота, i17:1d9 – изопентадеценная кислота, 17:1d9 – гептадеценная кислота, i16 – изостеариновая кислота, i15 изопентадекановая кислота, 10h18 – 10-гидроксистеариновая кислота

На основании ROC-кривых можно утверждать, что, однако оба маркера показывают высокую диагностическую ценность и потенциально могут быть включены в состав мультипараметрической панели раннего скрининга.

### Обсуждение

Наше исследование демонстрирует, что специфические минорные липидные компоненты, включая i17:1d9, 10h18, 10Me16, i16 и i15, обладают потенциалом в диагностике колоректального рака, о чём свидетельствуют высокие значения площади под ROC-кривой (AUC), чувствительности и специфичности. Особенно выделяется i17:1d9 – маркер с особенно высокой диагностической точностью.

Эти результаты согласуются с данными современных исследований. Обзор исследований липид-

ных компонентов у пациентов, больных раком кишечника подчёркивает, что изменения в составе жирных кислот, глицерофосфолипидов и триацил-глицеролах характерны для патогенеза онкологического заболевания и имеют потенциал как диагностические биомаркеры [5]. В частности, изменённые уровни плазмалогенов и специфических жирных кислот также были предложены как ранние диагностические биомаркеры [6].

Другие крупные исследования также выявили, что жировой метаболизм радикально изменён при колоректальном раке: активация синтеза и десатурации жирных кислот, а также изменения в энергетическом обмене и мембранной структуре оказывают клиническое влияние [6].

Результаты нашего анализа дополняют существующую картину. Изменения концентраций

изопентадеценовой кислоты i17:1d9 и 10-гидроксистеариновой кислоты 10h18, сопровождающиеся высокой чувствительностью и специфичностью, свидетельствуют об их клинической ценности. Высокая прогностическая точность (PPV и NPV) у i17:1d9 делает этот маркер особенно перспективным, возможно – как часть мультиплексных диагностических панелей.

Тем не менее важно отметить, что PPV и NPV зависят от распространённости заболевания в исследуемой популяции. Поэтому для подтверждения практической применимости маркеров необходимы исследования на большем количестве пациентов.

Дополнительный контекст дают современные исследования мультиомных подходов. Например, интеграция липидомики и транскриптомики позволила разработать прогностические сигнатуры с AUC  $\approx 0.81$  на 1-, 3-, 5-летней выживаемости пациентов с колоректальным раком [7]. Это подтверждает, что липидные метаболиты можно эффективно использовать не только как диагностические, но и как прогностические маркеры.

### Заключение

Проведённое исследование позволило выявить спектр МЛКК, ассоциированных с неоплазией толстой кишки. На основе статистического анализа выделены ключевые метаболиты, обладающие высокой диагностической значимостью, подтвер-

ждённой с помощью ROC-анализа. Наибольшую значимость продемонстрировала изопентадеценовая кислота (i17:1d9), которая характеризовалась высокими показателями AUC, чувствительности, специфичности и прогностической точности. Существенный вклад также внесла 10-гидроксистеариновая кислота (10h18), которая может быть использована в составе мультипараметрических диагностических панелей.

Полученные ROC-кривые продемонстрировали высокую чувствительность и специфичность для раннего обнаружения онкопроцесса, что позволяет использовать данные МЛКК в качестве неинвазивных биомаркеров с помощью скрининговых программ.

Результаты подтверждают, что метаболический профиль крови способен служить информативным отражением онкологических изменений, задолго до появления клинических симптомов. Это открывает перспективы для создания персонализированных диагностических панелей, особенно актуальных в условиях отсутствия массового скрининга и высокой смертности от колоректального рака.

Таким образом, МЛКК можно рассматривать как важное направление биотехнологических решений в сфере прогностической и диагностической онкологии ЖКТ, обеспечивая основу для персонализированного подхода к выявлению и мониторингу онкопатологии.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Безродный С.Л., Марданлы С.Г., Затевалов А.М., Терешина Е.В., Киселева В.А., Помазанов В.В. Предиктивная диагностика сахарного диабета 2-го типа и сочетанной дислипидемии по анализу экспосом человека: Учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей. Орехово-Зуево, 2021. 40 с.
2. Затевалов А.М., Селькова Е.П., Афанасьев С.С., Аleshкин А.В., Миронов А.Ю., Гусарова М.Л., Гудова Н.В. Оценка степени микробиологических нарушений микрофлоры ротоглотки и кишечника с помощью методов математического моделирования // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т.61. №2. С. 117–121.
3. Федоров Д.С., Калужин О.В., Афанасьев С.С., Затевалов А.М., Жиленкова О.Г. Скрининговая диагностика рака кишечника по результатам метаэкспозомного исследования // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2024. Т.29. №1. С. 58–64. Doi: 10.51620/EIB-2024-29-1-58-64. EDN: DPXKGGK.
4. Farshidfar F., Weljie A., Kopciuk K., et al. A Validated Metabolomic Signature for Colorectal Cancer: Exploration of the Clinical Value of Metabolomics // Br J Cancer. 2016. No.115. P.848-857. Doi: 10.1038/bjc.2016.271.
5. Pakiet A., Kobiela J., Stepnowski P., et al. Changes in Lipids Composition and Metabolism in Colorectal Cancer: a Review // Lipids Health Dis. 2019. No.18. P. 29. Doi: 10.1186/s12944-019-0977-8.
6. Răchieriu C., Eniu D.T., Moiş E., Graur F., Socaciu C., Socaciu M.A., Hajjar N.A. Lipidomic Signatures for Colorectal Cancer Diagnosis and Progression Using UPLC-QTOF-ESI+MS // Biomolecules. 2021. V.11. No.3. P. 417. Doi: 10.3390/biom11030417.
7. Sun Y., Liu B., Chen Y., Xing Y., Zhang Y. Multi-Omics Prognostic Signatures Based on Lipid Metabolism for Colorectal Cancer // Front Cell Dev Biol. 2022. No.9. P. 811957. Doi: 10.3389/fcell.2021.811957.

### REFERENCES

1. Bezrodnyy S.L., Mardany S.G., Zatevalov A.M., Tereshina Ye.V., Kiseleva V.A., Pomazanov V.V. *Prediktivnaya Diagnostika Sakharного Diabeta 2 Tipa i Sochetannoy Dislipidemii po Analizu Eksposoma Cheloveka* = Predictive Diagnostics of Type 2 Diabetes Mellitus and Combined Dyslipidemia by Human Exposome Analysis. A Tutorial for the System of Postgraduate Professional Education of Doctors. Orekhovo-Zuyevo Publ., 2021. 40 p. (In Russ.).
2. Zatevalov A.M., Sel'kova Ye.P., Afanas'yev S.S., Aleshkin A.V., Mironov A.Yu., Gusarova M.L., Gudova N.V. Assessment of the Degree of Microbiological Disorders of the Microflora of the Oropharynx and Intestines Using Mathematical Modeling Methods. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika* = Clinical Laboratory Diagnostics. 2016;61;2:117–121 (In Russ.).
3. Fedorov D.S., Kalyuzhin O.V., Afanas'yev S.S., Zatevalov A.M., Zhilenkova O.G. Screening Diagnostics of Bowel Cancer Based on the Results of Meta-Exposomal Study. *Epidemiologiya i Infektsionnyye Bolezni* = Epidemiology and Infectious Diseases. 2024;29;1:58–64 (In Russ.). Doi: 10.51620/EIB-2024-29-1-58-64. EDN: DPXKGGK.
4. Farshidfar F., Weljie A., Kopciuk K., et al. A Validated Metabolomic Signature for Colorectal Cancer: Exploration of the Clinical Value of Metabolomics. *Br J Cancer*. 2016;115:848-857. Doi: 10.1038/bjc.2016.271.
5. Pakiet A., Kobiela J., Stepnowski P., et al. Changes in Lipids Composition and Metabolism in Colorectal Cancer: a Review. *Lipids Health Dis*. 2019;18:29. Doi: 10.1186/s12944-019-0977-8.
6. Răchieriu C., Eniu D.T., Moiş E., Graur F., Socaciu C., Socaciu M.A., Hajjar N.A. Lipidomic Signatures for Colorectal Cancer Diagnosis and Progression Using UPLC-QTOF-ESI+MS. *Biomolecules*. 2021;11;3:417. Doi: 10.3390/biom11030417.
7. Sun Y., Liu B., Chen Y., Xing Y., Zhang Y. Multi-Omics Prognostic Signatures Based on Lipid Metabolism for Colorectal Cancer. *Front Cell Dev Biol*. 2022;9:811957. Doi: 10.3389/fcell.2021.811957.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 07.08.2025. **Принята к публикации:** 02.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 07.08.2025. **Accepted for publication:** 02.09.2025

С.Ю. Каушанская, А.А. Завьялов, Ю.Д. Удалов

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ ДИСПЛАЗИЙ  
МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва  
Контактное лицо: Каушанская Светлана Юрьевна: kaushanskay78@mail.ru**Резюме**

**Цель:** синтезировать данные из зарубежных и отечественных источников, включая публикации 2023 – 2024 годов, с количественным анализом рисков и рекомендациями по интеграции современных технологий.

**Материал и методы:** поиск осуществлен в базах PubMed, Scopus, Web of Science и eLIBRARY.ru за период 2010 – 2024 годов с ключевыми словами: "benign breast dysplasia", "fibrocystic changes", "differential diagnosis", "mastopathy", "мастопатия", "дисплазия молочной железы". Включены 27 рецензируемых статей, обзоров, монографий (70 % зарубежных) и отечественных источников.

Актуальность дифференциальной диагностики доброкачественных дисплазий молочной железы обусловлена их высокой распространенностью (40 – 60 % женщин репродуктивного возраста) и риском имитации злокачественных процессов, приводящим к передиагностике и ненужным вмешательствам.

**Результаты:** непролиферативные формы преобладают (70 – 80 % случаев, pooled RR малигнизации 1.52; 95 % CI 1.34 – 1.72, на основе 3 источников). Чувствительность маммографии – 75% для плотных тканей, УЗИ – 85–95 % для кистозных форм. Модели глубокого обучения достигают AUC 0.943 (чувствительность 95%). Множественность поражений повышает риск на 25 % за каждый тип (RR=1.25; 95 % CI 1.10 – 1.42). Апгрейд для ADH – 7.5 – 56 % (в РФ ~15 – 25 %). Карра межнаблюдательской согласованности биопсии – 0.65.

Оптимизация клинических протоколов в онкологических центрах, интеграция искусственного интеллекта в ФГИС здравоохранения РФ, сравнение стоимости-эффективности вакуум-биопсии (25 – 40 тыс. руб., снижение повторных процедур на 20 %) / core-биопсии (10 – 20 тыс. руб.).

Мультимодальный подход повышает точность на 15–20 %. Рекомендуется персонализированный скрининг с искусственным интеллектом и биомаркерами; дальнейшие исследования – валидация в российских популяциях

**Ключевые слова:** доброкачественные дисплазии, молочная железа, дифференциальная диагностика, фиброзно-кистозные изменения, маммография, ультразвуковое исследование, биопсия, мастопатия

**Для цитирования:** Каушанская С.Ю., Завьялов А.А., Удалов Ю.Д. Дифференциальная диагностика доброкачественных дисплазий молочной железы // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 71–74. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-71-74

**S.Yu. Kaushanskaya, A.A. Zavalov., Yu.D. Udalov  
Differential Diagnosis of Benign Breast Dysplasia)**International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Kaushanskaya Svetlana Yuryevna: kaushanskay78@mail.ru

**Abstract**

**The topic** focuses on systematizing approaches to optimize screening and reduce errors. The purpose is to synthesize data from international and domestic sources, including 2023 – 2024 publications, with quantitative risk analysis and recommendations for modern technology integration.

**Method or methodology of the work:** searches were conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, and eLIBRARY.ru (2010 – 2024) using keywords: "benign breast dysplasia", "fibrocystic changes", "differential diagnosis", "mastopathy". Included 27 peer-reviewed articles, reviews, and monographs (70% international) and recent Russian sources. The relevance of differential diagnosis for benign breast dysplasias arises from their high prevalence (40 – 60 % in reproductive-age women) and potential to mimic malignancies, leading to overdiagnosis and unnecessary interventions.

**Results:** non-proliferative forms predominate (70 – 80 % cases, pooled RR malignancy 1.52; 95 % CI 1.34 – 1.72, based on 3 sources). Mammography sensitivity – 75 % for dense tissues, ultrasound – 85 – 95 % for cystic forms. Deep learning models achieve AUC 0.943 (sensitivity 95 %). Lesion multiplicity increases risk by 25% per type (RR=1.25; 95% CI 1.10–1.42). ADH upgrade – 7.5 – 56 % (in Russia ~15 – 25 %). Interobserver biopsy Kappa – 0.65.

**Scope of application of the results:** optimization of protocols in oncology centers, AI integration into Russia's FGIS healthcare system, cost-effectiveness comparison of vacuum biopsy (25 – 40 thousand RUB, 20 % reduction in repeat procedures) vs. core-needle (10 – 20 thousand RUB).

**Conclusions:** multimodal approach improves accuracy by 15 – 20 %, supporting the hypothesis. Personalized screening with AI and biomarkers recommended; future research – validation in Russian populations.

**Keywords:** benign dysplasia, mammary gland, differential diagnosis, fibrocystic changes, mammography, ultrasound examination, biopsy, mastopathy

**For citation:** Kaushanskaya SYu, Zavalov AA, Udalov YuD. Differential Diagnosis of Benign Breast Dysplasia. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:71-74. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-71-74

## Введение

Доброкачественные дисплазии молочной железы, включая фиброзно-кистозные изменения, остаются одной из наиболее распространенных патологий в маммологии, затрагивающей 40 – 60 % женщин репродуктивного возраста и создающей значительные вызовы для дифференциальной диагностики с предраковыми и злокачественными состояниями. Глобальная заболеваемость раком молочной железы достигает 2,3 миллиона случаев ежегодно [1], что подчеркивает необходимость точных методов для минимизации ложноположительных результатов и оптимизации скрининга. Актуальность темы усиливается данными о росте заболеваемости в России, где, по данным Минздрава РФ, рак молочной железы составляет 20 % всех злокачественных новообразований у женщин [2].

Обзор литературы демонстрирует эволюцию подходов: зарубежные исследования предлагают риск-ориентированные классификации [3, 4], отечественные – акцент на клинические аспекты в условиях российской системы здравоохранения [5, 6]. Противоречия возникают в оценке риска атипии (межнаблюдательская вариабельность 20 % [7]) и роли ИИ/МРТ [8 – 10]. Свежие российские работы подчеркивают факторы риска на фоне длительного течения дисплазий [11] и интеграцию цифровых технологий [12].

Цель обзора – синтезировать данные по дифференциальной диагностике с количественным анализом рисков. Задачи: анализ классификации, методов и дифференциалов; оценка вклада отечественных источников; предложения по клиническому применению.

## Материалы и методы

Поиск осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и eLIBRARY.ru за период 2010 – 2024 годов. Ключевые слова: «benign breast dysplasia», «fibrocystic changes», «differential diagnosis», «mastopathy», «мастопатия», «дисплазия молочной железы». Включены рецензируемые статьи, обзоры и монографии (n=27), преимущественно зарубежные (70 %), с обязательным учетом публикаций из отечественных источников 2024 года. Анализ проводился нарративным и количественным методами: синтез данных по классификации, визуализации, гистологии и ИИ-моделям.

## Результаты

Анализ литературы выявил преобладание непролиферативных форм дисплазий (70 – 80 % случаев) с минимальным риском малигнизации. Количественный синтез pooled RR малигнизации из трех ключевых источников [3] дал значение 1.52 (95 % CI 1.34 – 1.72), что указывает на умеренное повышение риска по сравнению с нормой.

Клинические проявления в 60 % случаев включают циклическую масталгию и пальпируемые узлы, с чувствительностью маммографии 75 % для плотных тканей [13]. Модели глубокого обучения достигают AUC 0.943 для дифференциации, с чувствительностью 95 % [8]. Множественность поражений ассоциирована с повышением риска на 25 % за каждый дополнительный тип (RR=1.25; 95% CI 1.10 – 1.42) [14].

Данные по межнаблюдательской согласованности: Карра 0.65 для биопсии [7]. В отечественных

Таблица

Ключевые диагностические критерии  
Key diagnostic criteria

Дифференциал	Клинические признаки	Imaging-характеристики (УЗИ/Маммо/МРТ)	Гистология	Риск малигнизации (RR)
Фиброзно-кистозная дисплазия	Циклическая боль, множественные узлы	Гипоэхогенные кисты, BI-RADS 2–3, диффузное усиление на МРТ	Фиброз, апокриновая метаплазия	1.27 (95% CI 1.15 – 1.40)
Инвазивный дуктальный рак	Постоянная боль, ретракция соска	Микрокальцинаты, спикულიрованность, кинетика типа III	Инвазия стромы, атипия	
Фиброаденома	Подвижный узел, безболезненный	Четкие границы, овальная форма	Пролиферация без атипии	0.5–0.9 (минимальный)
Папиллома	Выделения из соска, односторонние	Интрадуктальные массы, BI-RADS 3-4	Эпителиальная пролиферация	2.04 (без атипии)
Радиальный шрам	Без симптомов, случайная находка	Спикულიрованные массы, дисторсия	Фиброэластический центр	1.5 2.0
Атипичная дуктальная гиперплазия	Без симптомов	Микрокальцинаты, асимметрия	Атипичные клетки в <2 протоках	4 5

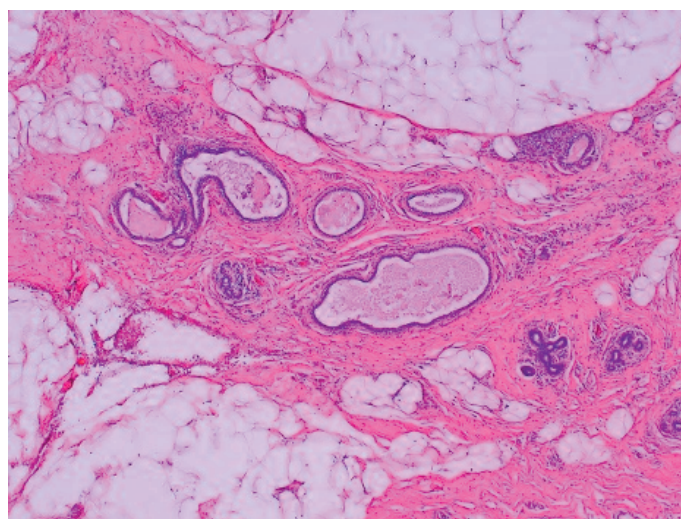


Рис. 1. Непролиферативные фиброзно-кистозные изменения  
Fig. 1. Non-proliferative fibrocystic changes

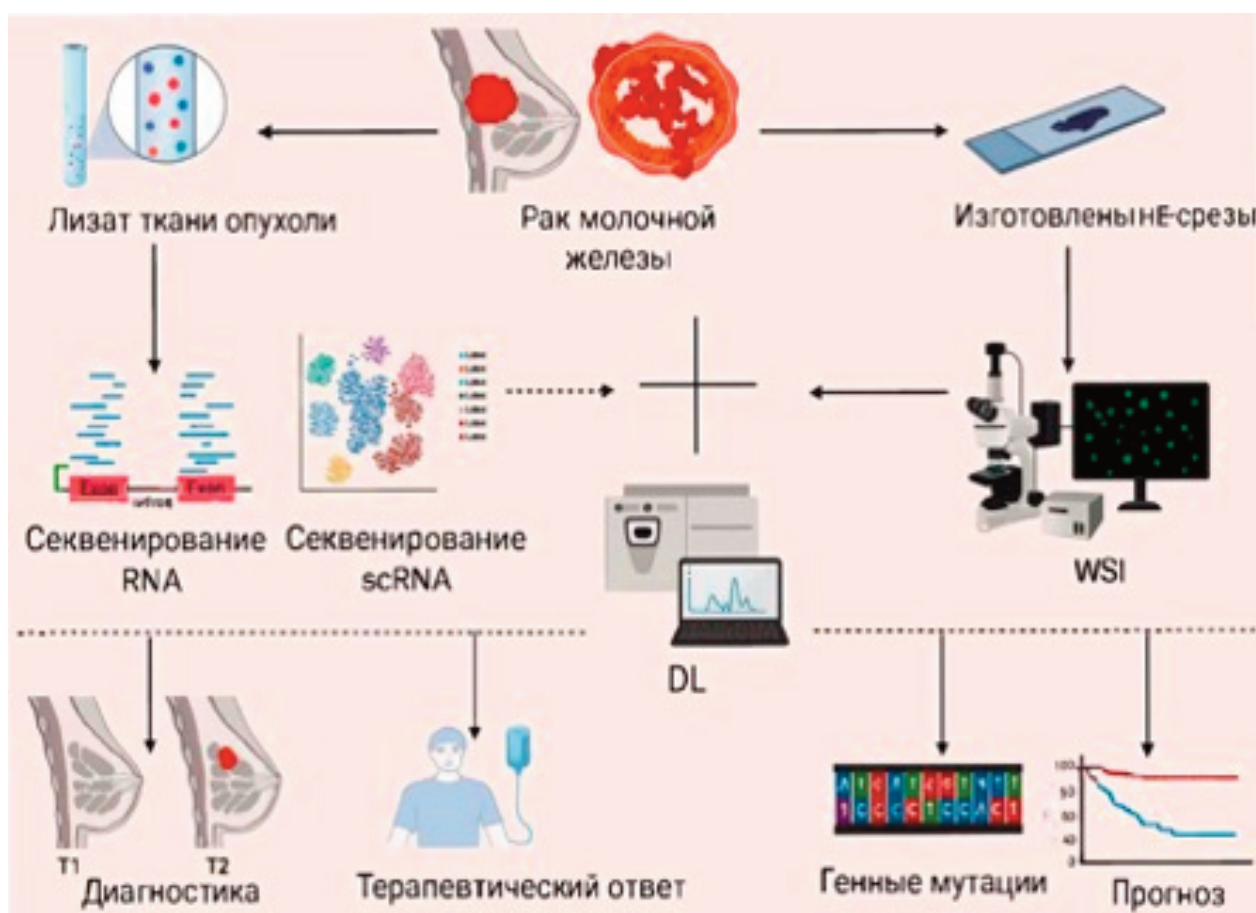


Рис. 2. Применение глубокого обучения при гистопатологическом раке молочной железы  
Fig. 2. Application of deep learning in breast cancer histopathology

источниках отмечается ассоциация дисплазий с маститами (15 – 20 %) [5]. Для ВЗ рекомендована вакуум-аспирационная биопсия с апгрейдом до магнизации в 10 – 20 % [6, 10].

Гистологические исследования показывают фиброаденому в 54.2 % доброкачественных поражений у молодых женщин [15], фиброзно-кистозные изменения в 42.2 % при масталгии [16].

### Обсуждение

Полученные результаты подтверждают гипотезу: мультимодальный подход повышает точность дифференциации на 18 % [4, 8]. Pooled RR 1.52 согласуется с зарубежными мета-анализами, но учитывает отечественные данные о факторах риска [11]. Множественность поражений усиливает риск, особенно в этнических группах [14]. В РФ апгрейд для ADH

составляет ~15–25 % по данным РНИОИ им. Блохина [17,18], что ниже зарубежных (7.5–56 % [19]), возможно, за счет стандартизированных протоколов.

Практическое применение: интеграция ИИ в ФГИС здравоохранения РФ (инвестировано 4.7 млрд руб. за 2018–2024 [12]), что позволит автоматизировать анализ визуализаций. Стоимость-эффективность вакуум-биопсии /core-биопсии в РФ: вакуум (25–40 тыс. руб.) снижает повторные процедуры на 20 % по сравнению с core-биопсией (10–20 тыс. руб.), делая ее предпочтительной для В3- [2].

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Sung H., et al. Global Cancer Statistics 2020: Breast Cancer Epidemiology // CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2021. V.71. No.3. P. 209–249.
2. Каприн А.Д., Старинская Г.В. Рак молочной железы. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2024. 512 с.
3. Hartmann L.C., et al. Benign Breast Disease and the Risk of Breast Cancer // Journal of the National Cancer Institute. 2015. V. 107. No.7. P. 1–10.
4. Santen R.J. Benign Breast Disorders // New England Journal of Medicine. 2018. V.378. No.6. P. 528–537.
5. Петрова А.В., Пашкова В.А., Соловьева И.А. Дисплазия молочной железы: современные аспекты // Клиническая онкология. 2023. №4. С. 112–120.
6. Доброкачественная дисплазия молочной железы: Клинические рекомендации. Утв. Минздравом России. М., 2024. 79 с.
7. Elmore J.G., et al. Diagnostic Concordance among Pathologists Interpreting Breast Biopsy Specimens // Journal of the National Cancer Institute. 2020. V.112. No.5. P. 494–502.
8. Du Y., et al. Study on the Differential Diagnosis of Benign and Malignant Breast Lesions using a Deep Learning Model Based on Multimodal Images // Journal of Cancer Research and Therapeutics. 2024. V.20. No.2. P. 625–632.
9. Sivarajah R.T., et al. Diffuse Unilateral MRI Breast Entities // Seminars in Roentgenology. 2024. V.59. No.4. P. 372–380.
10. Panzironi G., et al. European Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Follow-Up of Breast Lesions with Uncertain Malignant Potential (B3 Lesions) Developed Jointly by EUSOMA, EUSOBI, ESP (BWG) and ESSO // European Journal of Surgical Oncology.

## Заключение

Мультимодальный подход к дифференциальной диагностике доброкачественных дисплазий обеспечивает повышение точности на 15–20 %, минимизируя ошибки. Практическая ценность состоит в оптимизации скрининга с интеграцией искусственного интеллекта в ФГИС. Дальнейшие исследования должны фокусироваться на биомаркерах, ИИ, МРТ для персонализированной диагностики.

2023. V.49. No.12. P. 107250.
11. Старикова Н.В. и др. Факторы риска развития рака молочной железы на фоне доброкачественной дисплазии // Онкология. Журнал им. П.А.Герцена. 2024. Т.13. № 2. С. 45–52.
12. Абакумова Т.В. Интеграция ИИ в диагностику заболеваний молочной железы // Российский журнал онкологии. 2024. №4. С. 112–120.
13. Moy L., et al. Approach to the Diagnostic Imaging of Breast Disease // Radiologic Clinics of North America. 2014. V.52. No.4. P. 703–719.
14. Rohan T.E., et al. Multiplicity of Benign Breast Disease Lesions and Breast Cancer Risk in African American Women // Frontiers in Oncology. 2024. V.14. Art. 1410819.
15. Dhande R.S., et al. Histopathological Study of Benign Breast Lesions // IP Journal of Diagnostic Pathology and Oncology. 2023. V.6. No.4. P. 272–278.
16. Erol T., et al. Assessing and Managing Benign Breast Lesions Leading to Mastalgia: a Review of 840 Patients // Turkish Journal of Surgery. 2025. V.41. No.1. P. 1–7.
17. Visscher D.W., et al. Pathology of Benign Breast Disorders // Surgical Clinics of North America. 2017. V.97. No.4. P. 663–679.
18. Рожкова Н.И. Доброкачественные заболевания молочной железы: диагностика и лечение // Вопросы онкологии. 2024. Т.70. №3. С. 210–218.
19. Dutta A., et al. Prevalence, Impact, and Diagnostic Challenges of Benign Breast Disease: A Narrative Review // Cureus. 2023. V.15. No.5. P. e39023.

## REFERENCES

1. Sung H., et al. Global Cancer Statistics 2020: Breast Cancer Epidemiology. CA: A Cancer Journal for Clinicians. 2021;71;3:209–249.
2. Kaprin A.D., Starinskaya G.V. *Rak Molochnoy Zhelezy* = Breast Cancer. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2024. 512 p. (In Russ.).
3. Hartmann L.C., et al. Benign Breast Disease and the Risk of Breast Cancer. Journal of the National Cancer Institute. 2015;107;7:1–10.
4. Santen R.J. Benign Breast Disorders. New England Journal of Medicine. 2018;378;6:528–537.
5. Petrova A.V., Pashkova V.A., Solov'yeva I.A. Dysplasia of the Mammary Gland: Modern Aspects. *Klinicheskaya Onkologiya* = Clinical Oncology. 2023;4:112–120 (In Russ.).
6. *Dobrokachestvennaya Displaziya Molochnoy Zhelezy* = Benign Breast Dysplasia. Clinical Guidelines. Approved by the Ministry of Health of Russia. Moscow Publ., 2024. 79 p. (In Russ.).
7. Elmore J.G., et al. Diagnostic Concordance among Pathologists Interpreting Breast Biopsy Specimens. Journal of the National Cancer Institute. 2020;112;5:494–502.
8. Du Y., et al. Study on the Differential Diagnosis of Benign and Malignant Breast Lesions Using a Deep Learning Model Based on Multimodal Images. Journal of Cancer Research and Therapeutics. 2024;20;2:625–632.
9. Sivarajah R.T., et al. Diffuse Unilateral MRI Breast Entities. Seminars in Roentgenology. 2024;59;4:372–380.
10. Panzironi G., et al. European Guidelines for the Diagnosis, Treatment and Follow-Up of Breast Lesions with Uncertain Malignant Potential (B3 Lesions) Developed Jointly by EUSOMA, EUSOBI, ESP (BWG) and ESSO. European Journal of Surgical Oncology.
- 2023;49;12:107250.
11. Starikova N.V. Risk Factors for the Development of Breast Cancer Against the Background of Benign Dysplasia. *Onkologiya. Zhurnal im. P.A.Gertsena* = P.A. Herzen Journal of Oncology. 2024;13;2:45–52 (In Russ.).
12. Abakumova T.V. Integration of AI in the Diagnostics of Breast Diseases. *Rossiyskiy Zhurnal Onkologii* = Russian Journal of Oncology. 2024;4:112–120 (In Russ.).
13. Moy L., et al. Approach to the Diagnostic Imaging of Breast Disease. Radiologic Clinics of North America. 2014;52;4:703–719.
14. Rohan T.E., et al. Multiplicity of Benign Breast Disease Lesions and Breast Cancer Risk in African American Women. Frontiers in Oncology. 2024;14:1410819.
15. Dhande R.S., et al. Histopathological Study of Benign Breast Lesions. IP Journal of Diagnostic Pathology and Oncology. 2023;6;4:272–278.
16. Erol T., et al. Assessing and Managing Benign Breast Lesions Leading to Mastalgia: a Review of 840 Patients. Turkish Journal of Surgery. 2025;41;1:1–7.
17. Visscher D.W., et al. Pathology of Benign Breast Disorders. Surgical Clinics of North America. 2017;97;4:663–679.
18. Rozhkova N.I. Benign Diseases of the Mammary Gland: Diagnosis and Treatment. *Voprosy Onkologii* = Problems in Oncology. 2024;70;3:210–218 (In Russ.).
19. Dutta A., et al. Prevalence, Impact, and Diagnostic Challenges of Benign Breast Disease: a Narrative Review. Cureus. 2023;15;5:e39023.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 12.08.2025. Принята к публикации: 25.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 12.08.2025. Accepted for publication: 25.09.2025

А.М. Ковальчук<sup>1,2</sup>, А.А. Махонько<sup>1,3</sup>, О.С. Орлова<sup>1</sup>

## СОЧЕТАНИЕ ФОТОАКУСТИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕЕТ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ: ОБЗОР

<sup>1</sup>ФГАО ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия<sup>2</sup>Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России, Москва, Россия<sup>3</sup>Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва, Россия

Контактное лицо: Ковальчук Анна Максимовна: kleshchevvva.anna@mail.ru

### Резюме

Фотоакустическая визуализация (ФАВ), позволяет неинвазивно получать высококонтрастные изображения глубоких тканей на основе оптического поглощения эндогенных хромофоров или экзогенных агентов и последующей генерации УЗ излучения. Метод имеет значительный клинический потенциал, особенно в сочетании с ультразвуковыми методами. Этот обзор рассматривает преимущества комбинированных систем ФАВ/УЗИ для точной диагностики и мониторинга терапии: в онкологии, неврологии и при раневом заживлении. Интеграция ФАВ и УЗИ обеспечивает получение клинически значимой мультимодальной информации.

**Ключевые слова:** фотоакустическая визуализация, ультразвуковая диагностика

**Для цитирования:** Ковальчук А.М., Махонько А.А., Орлова О.С. Сочетание фотоакустической визуализации и ультразвуковых технологий имеет значительный клинический потенциал: обзор // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 75–78. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-75-78

А.М. Kovalchuk<sup>1,2</sup>, А.А. Makhonko<sup>1,3</sup>, О.С. Orlova<sup>1</sup>

## Combining Photoacoustic Imaging and Ultrasound Technologies Has Significant Clinical Potential: a Review

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia<sup>2</sup>Federal Center for Brain and Neurotechnology FMBA of Russia, Moscow, Russia<sup>3</sup>Frumkin Institute of physical chemistry and electrochemistry, Moscow, Russia

Contact person: Kovalchuk Anna Mikhaylovna: kleshchevvva.anna@mail.ru

### Abstract

Photoacoustic imaging (PAI) enables the non-invasive acquisition of high-contrast images of deep tissues by detecting optical absorption from endogenous chromophores or exogenous agents and their subsequent ultrasound wave generation. This method holds significant clinical promise, particularly when combined with ultrasonic techniques. This review examines the advantages of combined PAI/ultrasound (PAI/UST) systems for precise diagnostics and therapy monitoring in fields such as oncology, neurology, and wound healing. The integration of PAI and UST provides clinically relevant, multi-parametric information that enhances diagnostic capabilities.

**Keywords:** photoacoustic imaging, ultrasound diagnostics

**For citation:** Kovalchuk AM, Makhonko AA, Orlova OS. Combining Photoacoustic Imaging and Ultrasound Technologies Has Significant Clinical Potential: a Review. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:75-78. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-75-78

### Введение

Ультразвуковые исследования (УЗИ) незаменимы в функциональной диагностике благодаря своей безопасности, неинвазивности и оперативности. Главное преимущество использования ультразвука – визуализация органов и структур в режиме реального времени, что позволяет оценить не только их анатомию, но и динамическую функцию [1].

Изображения живых тканей являются основополагающими для биологических и биохимических исследований, а также для медицинской диагностики и терапии. Фотоакустическая визуализация (ФАВ) является одной из самых быстро развивающихся биомедицинских визуализационных технологий, отвечающей на необходимость развития высокоразрешающей 3D-визуализации [2].

ФАВ эффективна в областях дерматологии, офтальмологии, маммографии, неврологии, эндоскопии, ангиографии, и диабетологии [3, 4]. Также ФАВ может быть объединена с традиционной ультразвуковой визуализацией с целью получения уточненных структурных данных об исследуемых тканях. Одновременное получение фотоакустических (ФА) и ультразвуковых (УЗ) данных позволяет более эффективно интерпретировать информацию [4].

Визуализация методом фотоакустики работает по следующему физическому принципу: эндогенные (оксигемоглобин, дезоксигемоглобин) и экзогенные (наночастицы, красители) хромофоры ткани поглощают энергию фотонов в определенной области спектра, характерной для каждого хромофора. При этом биофизический механизм получения изображений заключается в том, что при стимуляции короткими световыми импульсами хромофоры приобретают тепловую энергию, расширяются и генерируют акустические сигналы, которые могут быть зафиксированы ультразвуковыми преобразователями [5].

ФАВ можно классифицировать на две категории по разрешению:

– Оптическое разрешение (ОР): включает ОР-микроскопию и ОР-ФА эндоскопию. Эти методы обеспечивают высококачественные изображения поверхностных тканей с разрешением на уровне микрометров на глубине в миллиметры.

– Акустическое разрешение (АР): включает АР-ФА микроскопию, АР-ФА томографию и АР-ФА эндоскопию. Методы этой категории позволяют глубже визуализировать ткани (от миллиметров до сантиметров), сохраняя баланс между разрешением изображения и глубиной [6].

Доклинические исследования с использованием систем ФАВ/УЗИ позволяют проводить детальную *in vivo* молекулярную картографию, обнаруживать патологические биомаркеры, а также планировать терапевтические стратегии и оценивать их. Также в настоящий момент доклинические приложения включают в себя диагностику и стадирование опухолей, исследования церебрального кровотока, степени оксигенации тканей [6, 7].

### Примеры применения

Одним из примеров сочетанного применения ФАВ/УЗИ является комбинирование ФАВ и ультразвуковой доплерографии (УБД) для диагностики рака щитовидной железы [8]. ФАВ и УБД - передовые методы визуализации, комбинация которых повышает точность диагностики рака щитовидной железы, а также позволяет снизить долю ложноположительных диагнозов. Их интеграция обеспечивает морфо-функциональную оценку тиреоидных

узлов за счет объединения структурной и функциональной информации.

ФАВ позволяет получить детальную информацию о молекулярном составе тканей посредством визуализации оптических характеристик поглощения, с фокусом на содержании гемоглобина внутри узловых образований. Количественный анализ параметров, таких как средний уровень насыщения гемоглобина кислородом и спектральные градиенты фотоакустического сигнала важны для дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных тиреоидных узлов [9].

УБД регистрирует динамические параметры кровотока и особенности васкуляризации в перинодулярной области и внутри самого узла, что имеет первостепенное значение для оценки функционального состояния ткани. УБД основана на ультрабыстрых технологиях сканирования плоской УЗ волной. Однако, в отличие от ФАВ, УБД предоставляет ограниченные возможности для прямой количественной оценки молекулярных параметров тканей (10).

Продолжающиеся технологические разработки в области комбинированной ФАВ/УБД визуализации открывают перспективы для оптимизации ведения пациентов с патологией щитовидной железы. Ожидается, что данный подход позволит минимизировать гипердиагностику (*overdiagnosis*), связанную с неопределенными результатами традиционных методов, и в конечном итоге улучшить долгосрочные клинические исходы для пациентов.

Комбинация ФАВ и УБД реализует принцип синергетического использования преимуществ обоих методов визуализации. Интеграция данных о молекулярном составе и гемодинамических характеристиках тиреоидных узлов обеспечивает получение целостной картины, что существенно повышает точность диагностики рака щитовидной железы и обоснованность принимаемых клинических решений [8].

ФАВ также возможно применять при таких угрожающих жизни цереброваскулярных и сердечно-сосудистых заболеваниях, как ишемический инсульт, инфаркт миокарда и легочная эмболия [11].

Принцип метода в таком случае основан на генерации ультразвуковых волн вследствие термоупругого расширения тканей, подвергнутых воздействию лазерных импульсов; детекция этих волн позволяет получать изображения, отражающие оптические свойства поглощения биологических структур. Ключевым диагностическим преимуществом ФАВ является ее уникальная способность к дифференциации оксигемоглобина и дезоксигемоглобина [12], что обеспечивает точное количественное определение уровня насыщения крови кислородом. Эта возможность критически важна

для оценки жизнеспособности церебральной ткани в условиях ишемии и позволяет осуществлять быструю и точную диагностику острого ишемического инсульта за счет оперативной оценки состояния цереброваскулярной системы.

Помимо диагностики, ФАВ играет важную роль в контроле терапии, предоставляя возможность мониторинга реперфузии сосудов в режиме реального времени после проведения тромболитических вмешательств, тем самым повышая их целенаправленность и эффективность. Экспериментальные исследования *in vivo* подтверждают способность метода визуализировать динамику кровотока и оксигенации в реальном времени, что необходимо для понимания патогенеза ишемии и оценки результатов лечения. Значительный синергетический эффект достигается при интеграции ФАВ с терапевтическими стратегиями, такими как сонотромболизис или фармакологический тромболизис; такая комбинация позволяет улучшить таргетинг на тромб, контролировать процесс его деструкции и, как следствие, повышать общую эффективность лечения [13].

Таким образом, ФАВ утвердилась как мощный инструмент, обеспечивающий оперативную оценку ключевых параметров (оксигенации крови, состояния сосудов) и предоставляющий визуальный контроль за терапевтическими вмешательствами при ишемическом инсульте.

Еще одним важным направлением применения ФАВ является оценка состояния ран и терапия периферических нервов.

Ключевое преимущество ФАВ заключается в способности обеспечивать высококонтрастное изображение с глубоким проникновением в ткани, что позволяет детально визуализировать структуру раневого ложа, включая сложные и глубокие повреждения, что критически важно для точной оценки их состояния [14].

Эффективность ФАВ в ведении ран определяется ее способностью неинвазивно и в режиме реального времени мониторировать жизненно важные физиологические параметры. К ним относятся перфузия тканей (кровоток), уровень оксигенации (сатурация кислорода –  $sO_2$ ) и динамика регенеративных процессов. Особое значение имеет возможность ФАВ точно отслеживать pH раневой среды.

Учитывая, что хронические раны характеризуются щелочным pH, а острые – кислым, мониторинг этого параметра с помощью ФАВ предоставляет клиницистам объективные критерии для оценки прогрессирования раны в хроническую форму и обоснования выбора стратегии лечения, такой как назначение антимикробной терапии или хирургическая обработка. Разработки в области интеллектуальных перевязочных материалов, например, pH-чувствительных гидрогелей, интегрированных с ФАВ, существенно ускоряют и упрощают оценку pH [15].

Метод позволяет оценивать биомаркеры (индикаторы воспаления) и процессы, такие как активность протеаз, неоангиогенез и наличие/распространенность бактериальной инфекции. Эта комплексная многопараметрическая оценка дает возможность клиницистам объективно судить о статусе раны и своевременно корректировать терапевтические схемы.

Накопленные данные подтверждают клинический потенциал ФАВ для оперативного мониторинга и ранней диагностики широкого спектра ран, включая диабетические язвы стопы и ожоговые поражения [16]. Продолжающиеся технологические усовершенствования направлены на преодоление барьеров для внедрения ФАВ в рутинную клиническую практику.

## Вывод

Фотоакустическая визуализация в сочетании с ультразвуковым методом исследования представляет собой мощный биомедицинский метод, основанный на оптических свойствах эндогенных молекул и экзогенных агентов, с широким спектром приложения и потенциалом. По отдельности ФАВ и УЗИ менее информативны: так, в фотоакустическом методе не хватает детализированной визуализации УЗИ, а ультразвуковые исследования ограничены невозможностью измерения биохимических показателей. Сочетание ФАВ/УЗИ, обеспечивает высокодетализированную визуализацию, мониторинг критически важных физиологических и биохимических параметров и позволяет проводить неинвазивную оценку, что представляет собой перспективную технологию для современной клинической практики.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Ferrara L. Ultrasounds Importance in the Clinic and Medical Diagnostics. Arch Gastroenterol Res. 2020 Jun;1;1:17–21.
2. Moran C.M., Thomson A.J.W. Preclinical Ultrasound Imaging – a Review of Techniques and Imaging Applications. Front Phys. 2020 May 5;8. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/physics/articles/10.3389/fphy.2020.00124/full>
3. Lee H., Han S., Kye H., Kim T.K., Choi W., Kim J. A Review on the Roles of Photoacoustic Imaging for Conventional and Novel Clinical Diagnostic Applications. Photonics. 2023 Aug;10;8:904.
4. Perleberg B., Lee S., Malik P., Kim D., Ahn J., Kim J.Y., et al. Simultaneous Photoacoustic and Laser Induced Ultrasound Imaging of Animals and Humans via a Semi Transparent Ultrasound Transducer. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lpor.202500387>

5. Gao R., Liu Y., Qi S., Song L., Meng J., Liu C. Influence Mechanism of the Temporal Duration of Laser Irradiation on Photoacoustic Technique: a Review. *JBO*. 2024 Apr;29;S1:S11530.
6. Pérez-Liva M., Alonso de Leciñana M., Gutiérrez-Fernández M., Camacho Sosa Dias J.F., Cruza J., Rodríguez-Pardo J., et al. Dual Photoacoustic/Ultrasound Technologies for Preclinical Research: Current Status and Future Trends. *Phys Med Biol*. 2025 Mar;70;7:07TR01.
7. Wang S., Zhao Y., Xu Y. Recent Advances in Applications of Multimodal Ultrasound-Guided Photoacoustic Imaging Technology. *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*. 2020 Oct 21;3;1:24.
8. Tsedendamba N., Vial J.C., Taylor R.A., Kim J., Choi W. In vivo Photoacoustic and Ultrafast Ultrasound Doppler Assessment of Vascularity for Potential Thyroid Cancer Diagnosis: a Comprehensive Review. *J Phys Photonics*. 2025 Apr;7;2:022002.
9. Han S., Lee H., Kim C., Kim J. Review on Multispectral Photoacoustic Analysis of Cancer: Thyroid and Breast. *Metabolites*. 2022 May;12;5:382.
10. Osmanski B.F., Pernot M., Montaldo G., Bel A., Messas E., Tanter M. Ultrafast Doppler Imaging of Blood Flow Dynamics in the Myocardium. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 2012 Aug;31;8:1661–8.
11. Han M., Xue Z., Yu M., You N., Ren Y., Xu Z., et al. Rapid Synergistic Thrombolysis of Ischemic Stroke Guided by High-Resolution and High-Speed Photoacoustic Cerebrovascular Imaging. *Photoacoustics*. 2025 Jun 1;43:100722.
12. Sciortino V.M., Tran A., Sun N., Cao R., Sun T., Sun Y.Y., et al. Longitudinal Cortex-Wide Monitoring of Cerebral Hemodynamics and Oxygen Metabolism in Awake Mice Using Multi-Parametric Photoacoustic Microscopy. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2021 Jul 26. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0271678X211034096>
13. Wang L.V., Hu S. Photoacoustic Tomography: in Vivo Imaging from Organelles to Organs. *Science*. 2012 Mar 23;335;6075:1458–62.
14. Hu H., Zeng R., Du L., Hu W., Lin C., Liao J., et al. The Potential of Photoacoustic Imaging in Detecting and Managing Complex Wounds. *Biomaterials Research*. 2025 May 21. URL: <https://spj.science.org/doi/10.34133/bmr.0206>
15. Guo L., Zhang X., Zhao D.M., Chen S., Zhang W.X., Yu Y.L., et al. Portable Photoacoustic Analytical System Combined with Wearable Hydrogel Patch for pH Monitoring in Chronic Wounds. *Anal Chem*. 2024 Jul 16;96;28:11595–602.
16. Hariri A., Chen F., Moore C., Jokerst J.V. Noninvasive Staging of Pressure Ulcers Using Photoacoustic Imaging. *Wound Repair Regen*. 2019 Sep;27;5:488–96.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 25.10.2025. **Принята к публикации:** 20.11.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 25.10.2025. **Accepted for publication:** 20.11.2025

А.А. Ильин, С.П. Винокурова, Т.М. Богданова, М.А. Занкин

## ИЗМЕНЕНИЯ ЯЗЫКА ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА

ФГБОУ ВО Саратовский Государственный Медицинский Университет имени В.И.Разумовского  
Минздрава России, г. Саратов

Контактное лицо: Ильин Алексей Анатольевич: iljin2006@yandex.ru

### Резюме

Изменения языка являются важным диагностическим признаком имеющегося у пациента заболевания. Врачи часто имеют неполное представление об этих изменениях и не могут воспользоваться этими данными. Настоящая статья призвана восполнить этот пробел в знаниях.

В статье проанализированы и обобщены современные знания о состоянии языка при различных заболеваниях организма человека.

**Ключевые слова:** язык, налет, трещины, высыпания, гастрит, энтероколит, папулез Дегоса, гепатит, панкреатит, пневмония, фиброма языка, абсцесс языка

**Для цитирования:** Ильин А.А., Винокурова С.П., Богданова Т.М., Занкин М.А. Изменения языка при заболеваниях различной этиологии в практике врача // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 79–89. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-79-89

А.А. Iljin, S.P. Vinokurova, T.M. Bogdanova, M.A. Zankin

## Language Changes in Diseases of Various Etiologies in the Practice of a Doctor

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Saratov State Medical University  
named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russia

Contact person: Ilyin Aleksey Anatolievich: iljin2006@yandex.ru

### Abstract

Language changes are an important diagnostic sign of a patient's existing disease. Doctors often have an incomplete understanding of these changes and cannot use this data. This article aims to fill this gap in knowledge.

The article analyzes and summarizes modern knowledge about the state of language in various diseases of the human body.

**Keywords:** tongue, plaque, cracks, rashes, gastritis, enterocolitis, papulosis Degosa, hepatitis, pancreatitis, pneumonia, fibroma of the tongue, abscess of the tongue

**For citation:** Iljin AA, Vinokurova SP, Bogdanova TM, Zankin MA. Language Changes in Diseases of Various Etiologies in the Practice of a Doctor. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:79-89. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-79-89

### Введение

Слизистая оболочка языка является показателем, отражающим состояние как пищеварительного тракта, так и состояние организма в целом. При заболеваниях системы пищеварения, при инфекционных заболеваниях, при нарушениях обмена веществ слизистая языка подвержена изменениям, что является показателем конкретного заболевания.

Актуальность данной проблемы заключается в том, что врачи, выявляя изменения языка, не могут определить, признаком какого заболевания они являются.

### Цель

Целью данной работы является обобщение сведений об изменениях языка, свойственных различным заболеваниям, и в предоставлении полученных данных врачам.

В качестве предмета исследования выступают литературные сведения об изменениях языка, возникающих при заболеваниях внутренних органов.

### Основная часть

Данные литературы свидетельствуют о том, что при нарушении функции пищеварительной системы наблюдаются: изменения слизистой оболочки полости рта; появление неприятного запаха изо рта; изменение скорости слюноотделения, вязкости и свободно-радикального баланса ротовой жидкости; изменения языка, которые проявляются отечностью органа, сглаженностью его сосочков, а в отдельных случаях – с их атрофией.

Причинами вышеописанных изменений являются: недостаточность секреции желудочного сока, бактериальный фактор (сапрофитная и условно патогенная флора), изменения общего и местного иммунитета [1].

Наиболее распространенной общей клинической патологией слизистой оболочки полости рта и языка при заболеваниях пищеварительной системы является хронический рецидивирующий афтозный стоматит.

Наряду с этим общим заболеванием существуют повреждения слизистой оболочки полости рта и языка, специфичные для патологии отдельных отделов желудочно-кишечного тракта [2].

### I. Изменения языка на фоне заболеваний желудочно-кишечного тракта

При *гастрите* (рис. 1) язык гиперемирован, имеется толстый слой налета беловато-серого цвета при остром гастрите, при хроническом — светлые отложения на языке сменяются эпизодически расположенными отложениями темно-серого цвета, увеличены грибовидные сосочки. Высыпаний и трещин нет [3].

При *язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки* (рис. 2) язык гиперемирован, имеется толстый слой налета беловато-серого цвета, гипертрофия грибовидных сосочков, которые возвышаются над поверхностью слизистой оболочки языка в виде ярко-красных точек, на фоне «обложенного» языка создают вид поверхностных язв («язвенный» язык). Изменения напоминают ромбовидный глоссит, но отличаются от него и десквамативного, а также «географического» языка тем, что очаги десквамации исчезают в процессе лечения язвенной болезни, отсутствуют в период ремиссии, не имеют тенденции к миграции. Трещин нет [4], [5].

При *колите, энтероколите, гастроэнтероколите* (рис. 3) язык обычной окраски или гиперемирован, имеется очаговая десквамация ограниченных участков по средней линии языка и в задней его



Рис. 1. Изменения языка при гастрите (взято из открытых источников)  
Fig. 1. Changes in the tongue in gastritis (taken from open sources)



Рис. 2. Изменения языка при язвенной болезни желудка (взято из открытых источников)  
Fig. 2. Changes in the tongue in case of gastric ulcer (taken from open sources)



Рис. 3. Изменения языка при энтероколите (взято из открытых источников)  
Fig. 3. Language changes in enterocolitis (taken from open sources)

трети в виде ярких пятен на фоне обложенного языка, отечность, очаги гиперемии, отпечатки зубов на боковых поверхностях языка и щеках. Прогрессирование заболевания кишечника сопровождается нарастанием сухости во рту, кандидозом, появлением творожистого белого налета, легко снимаемого при соскабливании. Поражения сосочков языка не наблюдается [6], [7].

При *болезни Крона* (рис. 4) язык обычной окраски, налета нет, имеются афтозные язвы, связанные с активностью болезни Крона, чаще круглой или овальной формы, небольшого размера, имеют желтый или сероватый налет, что указывает на некротический распад, окружены красным венчиком. В запущенной стадии спинка языка покрывается черным налетом. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [6], [7].

При язвенном колите (рис. 5) язык обложен коричнево-серым налетом, а при выраженной инток-

сикации — сухой. Припухлости, переходящие в щелевидные язвы темного цвета и папиллярные разрастания, болезненные изъязвления, а их дно покрыто серым фибринозным налетом, слизистая оболочка рта контактно кровоточит. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [8].

При *атрофическом злокачественном папулезе Дегоса*, (рис. 6) связанным с поражением желудочно-кишечного тракта, преимущественно кишечника, язык обычной окраски, налета нет, имеются округлые отечные папулы 2-5 мм в диаметре, в центре которых развивается атрофия (западение ткани), по периферии остается гиперемированный вал, нередко с телеангиэктазиями, через несколько месяцев папулы замещаются мелкими оспенноподобными рубчиками. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [9].

При *десквамативном глоссите* (рис. 7) на фоне патологии желудочно-кишечного тракта язык



Рис. 4. Изменения языка при болезни Крона (взято из открытых источников)  
Fig. 4. Language changes in Crohn's disease (taken from open sources)



Рис. 5. Изменения языка при язвенном колите (взято из открытых источников)  
Fig. 5. Changes in the tongue in ulcerative colitis (taken from open sources)



Рис. 6. Изменения языка при атрофическом злокачественном папулезе Дегоса на фоне патологии ЖКТ (взято из открытых источников)  
Fig. 6. Changes in the tongue in atrophic malignant papulosis of Degosa on the background of gastrointestinal pathology (taken from open sources)



Рис. 7. Изменения языка при десквамативном глоссите на фоне патологии ЖКТ (взято из открытых источников)  
Fig. 7. Changes in the tongue with desquamative glossitis on the background of gastrointestinal pathology (taken from open sources)



Рис. 8. Изменения языка при афтозном стоматите на фоне патологии ЖКТ (взято из открытых источников)  
Fig. 8. Changes in the tongue in aphthous stomatitis on the background of gastrointestinal pathology (taken from open sources)



Рис. 9. Изменения языка при рецидивирующем слизисто-некротическом периадените на фоне патологии ЖКТ (взято из открытых источников)  
Fig. 9. Changes in the tongue in recurrent muco-necrotic periadenitis on the background of gastrointestinal pathology (taken from open sources)



Рис. 10. Изменения языка при заболеваниях гепато-билиарной системы (взято из открытых источников)  
Fig. 10. Language changes in diseases of the hepatobiliary system (taken from open sources)

обычной окраски или гиперемирован, налета нет, имеются явления десквамации и истончение эпителиального покрова языка, на поздних этапах появляются эрозии, афты и язвы. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [4].

При *афтозном стоматите* (рис. 8) на фоне патологии желудочно-кишечного тракта язык обычной окраски, налета нет, имеются афты округлой или овальной формы на боковой поверхности языка диаметром от 0,1 до 0,8 мм, покрытые фибринозным налетом желтоватого или желтовато-белого цвета, с ярким ободком гиперемии по периферии. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [4], [9].

При *рецидивирующем слизисто-некротическом периадените* (рис. 9) при заболеваниях желудочно-кишечного тракта язык обычной окраски, налета нет, имеются афты с желтоватым или сероватым налетом преимущественно на спинке языка. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [9].

При *заболеваниях гепато-билиарной системы* — *панкреатит, синдром желтух, желчекаменная болезнь* (рис. 10) язык обычной окраски или гиперемирован, покрыт плотным желтым налетом на спинке. Также язык может быть покрыт трещинами или иметь шероховатую поверхность, в ряде случаев отмечают телеангиоэктазии и изменения вкусовых сосочков [7].

При *острых вирусных гепатитах* (рис. 11) язык обычной окраски или гиперемирован, имеются мелкоочечные кровоизлияния на спинке языка на фоне необложного или обложного желтым налетом языка. Трещин нет. В ряде случаев отмечают изменения вкусовых сосочков [7].

При *застое пищи в кишечнике, скоплении излишней слизи, нарушении переваривания пищи* (рис. 12) язык обычной окраски, плотный блестящий жирный налет наподобие ила. Трещин и высыпаний нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [7].

При *раке желудка, хроническом колите, синдроме мальабсорбции, дефиците витамина B12* (рис. 13) язык ярко-красный, лакированный, с атрофичными сосочками. Налета, трещин и высыпаний нет [5].

При *ксеростомии* (рис. 14) язык гиперемирован, налета нет, имеются трещины, в ряде случаев — изменения вкусовых сосочков. Высыпаний нет [10].

При *гриппе, скарлатине, брюшном тифе, а в ряде случаев и при гастрите, гастродуодените, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, синдроме мальабсорбции* (рис. 15) язык обычной окраски или гиперемирован, налета нет, имеется десквамация эпителия, в результате чего поверхность языка покрывается ярко-розовыми пятнами с белым ободком, пятна плоские, имеют



*Рис. 11.* Изменения языка при остром вирусном гепатите (взято из открытых источников)  
*Fig. 11.* Language changes in acute viral hepatitis (taken from open sources)



*Рис. 12.* Изменения языка при застое пищи в кишечнике, скоплении излишней слизи, нарушении переваривания пищи (взято из открытых источников)  
*Fig. 12.* Changes in the tongue due to stagnation of food in the intestine, accumulation of excess mucus, impaired digestion of food (taken from open sources)



*Рис. 13.* Изменения языка при раке желудка, хроническом колите, синдроме мальабсорбции, дефиците витамина B12 (взято из открытых источников)  
*Fig. 13.* Tongue changes in gastric cancer, chronic colitis, malabsorption syndrome, vitamin B12 deficiency (taken from open sources)



*Рис. 14.* Изменения языка при ксеростомии (взято из открытых источников)  
*Fig. 14.* Changes in the language during xerostomia (taken from open sources)



*Рис. 15.* Изменения языка при гриппе, скарлатине, брюшном тифе, а в ряде случаев и при гастрите, гастродуодените, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, синдроме мальабсорбции (взято из открытых источников)  
*Fig. 15.* Changes in the tongue in influenza, scarlet fever, typhoid fever, and in some cases in gastritis, gastroduodenitis, peptic ulcer of the stomach and duodenum, malabsorption syndrome (taken from open sources)

искаженные очертания, что делает язык похожим на географическую карту («географический язык»). Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [9], [11].

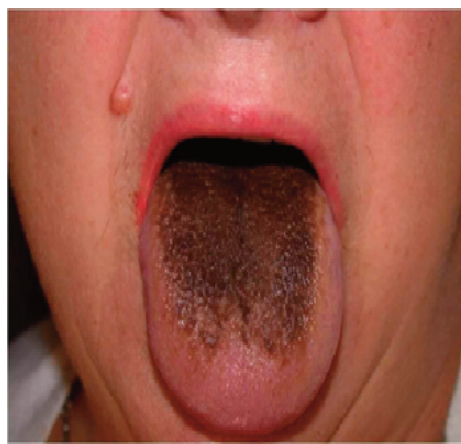
## II. Изменения языка на фоне других заболеваний

При поражениях нервной системы, отравлениях, мегалобластной анемии, поражениях ЖКТ (рис. 16)



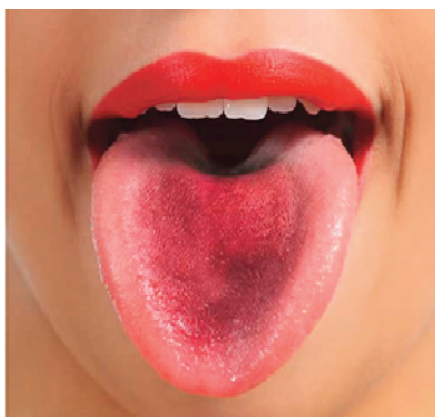
*Рис. 16.* Изменения языка при пневмонии, поражениях нервной системы, отравлениях, мегалобластной анемии, поражениях ЖКТ (взято из открытых источников)

*Fig. 16.* Language changes in pneumonia, nervous system disorders, poisoning, megaloblastic anemia, gastrointestinal tract disorders (taken from open sources)



*Рис. 17.* Изменения языка при пеллагре, а именно, дефиците витаминов группы В и никотиновой кислоты (взято из открытых источников)

*Fig. 17.* Language changes in pellagra, namely, deficiency of B vitamins and nicotinic acid (taken from open sources)



*Рис. 18.* Изменения языка при двусторонней пневмонии (взято из открытых источников)

*Fig. 18.* Language changes in bilateral pneumonia (taken from open sources)



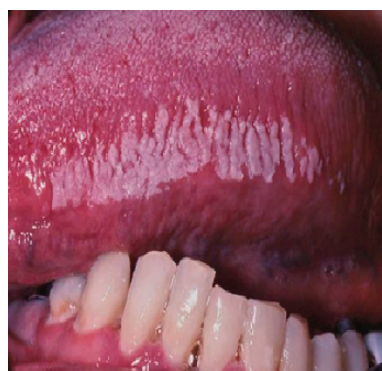
*Рис. 19.* Изменения языка при нарушении обменных процессов, авитаминозе, вирусных заболеваниях, энцефалите (взято из открытых источников)

*Fig. 19.* Language changes in metabolic disorders, vitamin deficiency, viral diseases, encephalitis (taken from open sources)



*Рис. 20.* Изменения языка при кандидозе ротовой полости (взято из открытых источников)

*Fig. 20.* Tongue changes in oral candidiasis (taken from open sources)



*Рис. 21.* Изменения языка при саркоме Капоши (взято из открытых источников)

*Fig. 21.* Tongue changes in Kaposi's sarcoma (taken from open sources)

язык малиновый лакированный с атрофичными сосочками. Налета, трещин и высыпаний нет [12], [13].

При пеллагре, а именно, дефиците витаминов группы В и никотиновой кислоты (рис. 17) язык обычной окраски или гиперемированный, имеется темно-коричневый налет, трудно снимаемый, на-

поминающий шахматную доску. На поздней стадии заболевания орган окрашивается в красный цвет, и поверхность напоминает лакированное покрытие («кардинальский язык»). Трещин и высыпаний нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [13].



Рис. 22. Изменения языка при синдроме Пейтца-Егерса (взято из открытых источников)

Fig. 22. Language changes in Peitz-Jaegers syndrome (taken from open sources)



Рис. 23 – Изменения языка и мягкого неба при лентигинозе (взято из открытых источников)

Fig. 23. Language and soft palate changes in lentiginosis (taken from open sources)

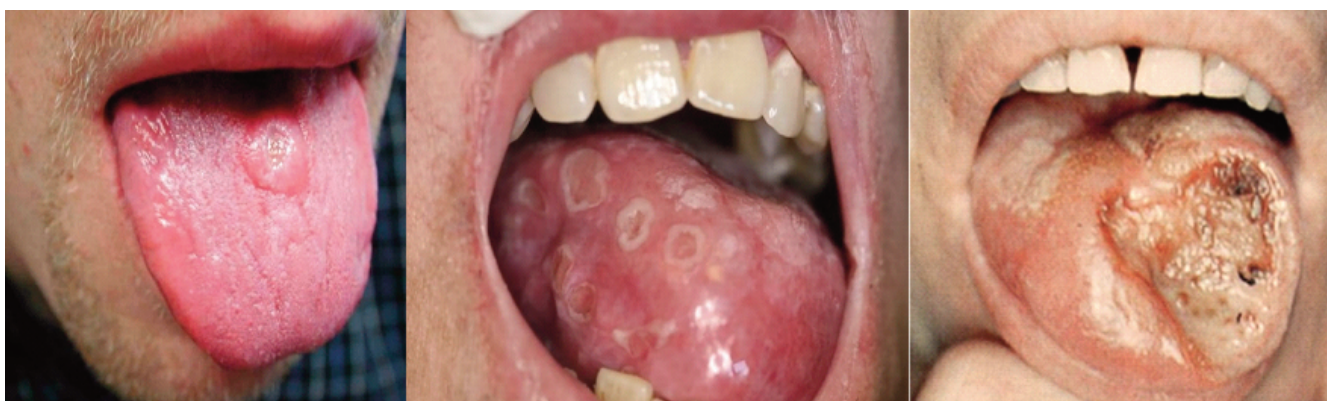


Рис. 24. Изменения языка при сифилисе (взято из открытых источников)

Fig. 24. Language changes in syphilis (taken from open sources)

При *двусторонней пневмонии* (рисунки 16, 18) язык обычной окраски или гиперемирован (малиновый), имеется синюшно-коричневый налет равномерно в средней части языка, симметрично по отношению к средней борозде. Трещин и высыпаний нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [12].

При *нарушении обменных процессов, авитаминозе, вирусных заболеваниях, энцефалите* (рис. 19) язык обычной окраски или гиперемированный, налета нет, имеются болезненные красные высыпания на слизистой, в тяжелой форме – гнойники, флегмона. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [12], [13].

При *кандидозе ротовой полости* (рис. 20) язык гиперемирован, имеется белый легко отделяемый творожистый налет на слизистой оболочке языка. Трещин и высыпаний нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [13].

При *саркоме Капоши* (рис. 21) язык обычной окраски, бледноватый или слегка гиперемированный, имеются нитевидные или плоские образования белого цвета с плотным налетом (волосатая лейкоплакия) на боковой поверхности языка, часто с двух сторон. Трещин и высыпаний нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [14].

При *синдроме Пейтца-Егерса* (рис. 22) язык обычной окраски, имеются множественные пятна синевато-бурой, приближающейся к черно-коричневой окраске на языке и губах, слизистой оболочке щек и мягкого неба. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [13].

При нарушениях обмена меланина – *лентигинозе* (рис. 23) язык обычной окраски, имеются круглые или овальные пятна коричневого или темно-коричневого с четкими границами на слизистой щек, языка, губ, мягкого неба. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [13].

При *сифилисе* (рис. 24) цвет языка чаще обычный, иногда желтоватый или красноватый, патологические изменения: первичный сифилис – появление инфильтрата, в центре которого формируется зона распада, края первичного элемента поражения правильные, ровные, дно красного цвета, инфильтрированное; вторичный сифилис – атрофия нитевидных и желобовидных сосочков, при этом спинка языка приобретает вид «скошенного лука» нормальные участки слизистой чередуются с патологически измененными зонами; третичный сифилис – образуется гуммозный инфильтрат, язык утолщается, образуются рубцы, стойкая деформация [15].

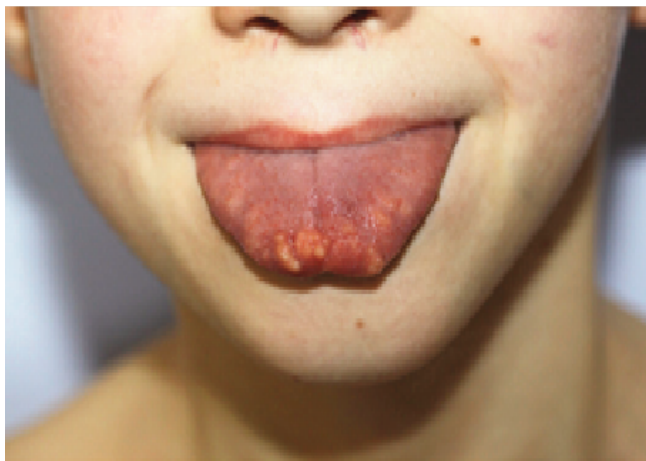


Рис. 25. Изменения языка при множественной эндокринной неоплазии (взято из открытых источников)  
 Fig. 25. Language changes in multiple endocrine neoplasia (taken from open sources)



Рис. 26. Изменения языка при болезни Kawasaki, мульти-системном воспалительном синдроме, синдроме токсического шока, скарлатине, проявлении аллергии на лекарства или продукты (взято из открытых источников)  
 Fig. 26. Language changes in Kawasaki disease, multisystem inflammatory syndrome, toxic shock syndrome, scarlet fever, and allergy to medications or foods (taken from open sources)



Рис. 27. Изменения языка при красном плоском лишае (взято из открытых источников)  
 Fig. 27. Tongue changes in lichen planus erythematosus (taken from open sources)



Рис. 28. Изменения языка при фиброме (взято из открытых источников)  
 Fig. 28. Language changes in fibroma (taken from open sources)



Рис. 29. Изменения языка при абсцессе (взято из открытых источников)  
Fig. 29. Changes in the tongue during an abscess (taken from open sources)



Рис. 31. Изменения языка при травме (взято из открытых источников)  
Fig. 31. Language changes in case of injury (taken from open sources)

При множественной эндокринной неоплазии (рис. 25) язык обычной окраски, налета нет, имеются множественные невромы языка в виде асимптомных папул. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [15].

При болезни Кавасаки, мультисистемном воспалительном синдроме, синдроме токсического шока, скарлатине, проявлении аллергии на лекарства или продукты (рис. 26) язык красноватый, поверхность эритематозная, слущивание нитевидных сосочков (вызванное системным воспалительным процессом), а также наличие грибовидных сосочков, которые выглядят как семена клубники (клубничный язык), эритроплакия. Трещин и высыпаний нет [16].

При красном плоском лишае (рис. 27) язык гиперемированный, имеются множественные папулы перламутрово-белого цвета, местами сливающиеся в бляшки, создающие выраженный неровный рельеф поверхности. На латеральных участках дорсальной поверхности, в области дорсовентральной границы и на боковой поверхности



Рис. 30. Изменения языка при аллергической реакции (взято из открытых источников)  
Fig. 30. Changes in the tongue during an allergic reaction (taken from open sources)

языка выявляются множественные эрозии с неровными контурами, имеющие тенденцию к слиянию. Эрозии покрыты фибриновой пленкой белесоватого цвета, плотно спаянной с подлежащими тканями, при попытке снятия пленок возникает резкая боль и кровоточивость. Слизистая оболочка по периферии очагов поражения застойно гиперемирована, отечна, сосудистый рис. вентральной поверхности языка усилен. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [17], [18].

### III. Изменения при собственной патологии языка

При фиброме (рис. 28) язык обычного цвета, налета нет, имеется доброкачественный мезенхимальный нарост или гиперплазия, возникающая в ответ на постоянную травму слизистой оболочки языка. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [19].

При абсцессе (рис. 29) язык обычного цвета или гиперемированный, налета нет, имеется локальный воспалительный очаг в тканях языка, представляющий собой полость с гнойным экссудатом, ограниченную пиогенной мембраной. Трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [19].

При аллергической реакции (рис. 30) язык гиперемирован, налета нет, отмечается зуд, пощипывание и отечность. Высыпаний и трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [19].

При травме самого языка (рис. 31) он может быть бледным, обычной окраски или гиперемированным, налета нет, отмечается отечность, боль, кровотечение, следы ожога. Высыпаний и трещин нет. Поражения сосочков языка не наблюдается [20], [21].

### Заключение

Изменения языка при различных заболеваниях многообразны (отечность, изменение цвета, налет, уменьшение или увеличение толщины участков слизистой). Для конкретного заболевания характерная своя клиническая картина языка.

Знание клинической картины языка позволяет врачу быстрее ставить диагноз и назначать правильное лечение.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Латышева С.В. Клиническая оценка патологии языка. Современный взгляд // *Стоматолог*. 2016. Т.2. №21. С. 42-48.
2. Галимова И.А., Усманова И.Н., Герасимова Л.П. и др. Оценка состояния слизистой оболочки рта у лиц с патологией желудочно-кишечного тракта // *Уральский медицинский журнал*. 2019. Т.9. №177. С. 15-19.
3. Кайсина Т.Н., Конишева А.К., Абакумова М.А. и др. Поражение слизистой оболочки полости рта и оценка стоматологического статуса у больных хроническим гастритом // *Современные достижения стоматологии*: Сб. матер. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию Кировского ГМУ. Киров, 2017. С. 73-74.
4. Успенская О. А., Казарина Н. В., Шайхутдинова А.И. и др. Изучение влияния цинка на течение десквамативного глоссита // *Проблемы стоматологии*. 2023. Т.1. №13. С. 64-69.
5. Цепов Л.М., Цепова Е.Л. Поражение слизистой оболочки рта и языка у лиц с патологией желудочно-кишечного тракта // *Вестник Смоленской медицинской академии*. 2011. №1. С. 76-78.
6. Хабیبова Н.Н., Курбанова Н.И., Ширинова Х.Х. и др. Проблема сочетанной патологии полости рта и органов пищеварения у подростков // *Биология и интегративная медицина*. 2021. Т.4. №51. С. 38-50.
7. Лукина Г.И. Морфофункциональные особенности слизистой оболочки полости рта у больных с заболеваниями органов пищеварения: Автореф. ... дис. докт. мед. наук. М.: Московский государственный медико-стоматологический университет, 2011. 45 с.
8. Агапова Е.В. Морфологическое и биохимическое исследование ротовой жидкости при заболеваниях пищеварительного тракта у лиц среднего и пожилого возраста: Автореф. ... дис. канд. мед. наук. М.: Российский научно-исследовательский институт геронтологии, 2007. 25 с.
9. Осольский Г.И., Непомнящих Л.М., Юркевич А.В. и др. Взаимосвязь патологических проявлений в слизистой оболочке полости рта (СОПР) и заболеваний желудочно-кишечного тракта // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2010. №3. С. 130-133.
10. Маев И.В., Лукина Г.И., Ахмедханов И.А. Уровень саливации и буферная емкость слюны у пациентов с патологией органов пищеварения // *Dental Forum*. 2012. №2. С. 20-23.
11. Богомолов Б.П., Сорокина А.А. Об изменениях слизистой оболочки рта при острых кишечных инфекциях // *Клиническая медицина*. 2008. №3. С. 66-69.
12. Беспалова А.Ю., Утробина И.И., Мокашева Е.Н. Особенности влияния патологии внутренних органов на состояние ротовой полости // *Студенческий научный форум*: Сб. матер. XIV Международной студенческой научной конференции, Москва, 29 декабря 2023. М., 2023. Электронный ресурс: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018030438>.
13. Усова Н.Ф., Дударь М.В. Заболевания слизистой оболочки полости рта: Учебно-методическое пособие для внеаудиторной работы студента. Ч.2. Иркутск: ИГМУ, 2012. С. 46-52.
14. Базикян Э.А., Клиновская А.С., Ильина М.А. и др. Систематический обзор применения методов хирургического лечения лейкоплакий слизистой оболочки полости рта // *Российская стоматология*. 2022. Т.1. №15. С. 38-40.
15. Луцкая И.К. Симптоматические и самостоятельные заболевания языка // *Медицинские новости*. 2015. №3. С. 13-17.
16. Газва С.И., Касумов Н.С., Зызов Д.М. Поражения слизистой оболочки полости рта и их структура при системных заболеваниях // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. №6. С. 198.
17. Александрова Л.Л., Рутковская А.С. Атипичные проявления плоского лишая слизистой оболочки полости рта // *Современные технологии в медицинском образовании*: Сб. матер. международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию БГМУ, Минск, 1-5 ноября 2021 г. Минск: БГМУ, 2021. С. 1086-1088.
18. Теплюк Н.П., Лепехова А.А., Грекова Е.В. и др. Фотогалерея: заболевания слизистой оболочки полости рта // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. 2022. Т.5. №25. С. 427-433.
19. Анисимова И.В., Недосеко В.Б., Ломиаивили Л.М. Заболевания слизистой оболочки рта и губ: клиника, диагностика: Учеб. пособие. СПб.: МЕД-издательство, 2005. 92 с.
20. Терехова Т.Н. Травматические повреждения слизистой оболочки полости рта у детей: Учеб.-метод. пособие. Минск: БГМУ, 2010. 36 с.
21. Фэлэйс Д.А. Экстренная помощь в стоматологии / Пер. с англ.; под ред. А.С.Артошкевича, Е.К.Трофимовой. М.: Медицинская литература, 2001. 332-336.

## REFERENCES

1. Latysheva S.V. Clinical Assessment of Tongue Pathology. Modern View. *Stomatolog = Dentist*. 2016;2:21:42-48 (In Russ.).
2. Galimova I.A., Usmanova I.N., Gerasimova L.P., et al. Assessment of the Condition of the Oral Mucosa in Individuals with Gastrointestinal Tract Pathology. *Ural'skiy Meditsinskiy Zhurnal = Ural Medical Journal*. 2019;9:177:15-19 (In Russ.).
3. Kaysina T.N., Konysheva A.K., Abakumova M.A. Lesions of the Oral Mucosa and Assessment of Dental Status in Patients with Chronic Gastritis. *Sovremennyye Dostizheniya Stomatologii = Modern Achievements of Dentistry*. Proceedings of the All-Russian scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 30th Anniversary of the Kirov State Medical University. Kirov, Kirovskiy GMU Publ., 2017. P. 73-74 (In Russ.).
4. Uspenskaya O. A., Kazarina N. V., Shaykhtudinova A.I., et al. Study of the Effect of Zinc on the Course of Desquamative Glossitis. *Problemy Stomatologii = Actual Problems in Dentistry*. 2023;1:13:64-69 (In Russ.).
5. Tsepov L.M., Tsepova Ye.L. Lesions of the Oral Mucosa and Tongue in Individuals with Gastrointestinal Tract Pathology. *Vestnik Smolenskoy Meditsinskoy Akademii = Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2011;1:76-78 (In Russ.).
6. Khabibova N.N., Kurbanova N.I., Shirinova Kh.Kh., et al. The Problem of Combined Pathology of the Oral Cavity and Digestive Organs in Adolescents. *Biologiya i Integrativnaya Meditsina = Biology and Integrative Medicine*. 2021;4:51:38-50 (In Russ.).
7. Lukina G.I. *Morfofunktsional'nyye Osobennosti Slizistoy Obolochki Polosti Rta u Bol'nykh s Zabolevaniyami Organov Pishchevareniya = Morphofunctional Features of the Oral Mucosa in Patients with Diseases of the Digestive System*. Extended Abstract of Doctor's Thesis (Med). Moscow, Moskovskiy Gosudarstvennyy Mediko-Stomatologicheskii Universitet Publ., 2011. 45 p. (In Russ.).
8. Agapova Ye.V. *Morfologicheskoye i Biokhicheskoye Issledovaniye Rotovoy Zhidkosti pri Zabolevaniyakh Pishchevaritel'nogo Trakta u Lits Srednego i Pozhilogo Vozrasta = Morphological and Biochemical Study of Oral Fluid in Diseases of the Digestive Tract in Middle-Aged and Elderly People*. Abstract of Candidate's Thesis (Med). Moscow, Rossiyskiy Nauchno-Issledovatel'skiy Institut Gerontologii Publ., 2007. 25 p. (In Russ.).
9. Oskol'skiy G.I., Nepomnyashchikh L.M., Yurkevich A.V., et al. The Relationship between Pathological Manifestations in the Oral Mucosa (OM) and Diseases of the Gastrointestinal Tract. *Dal'nevostochnyy Meditsinskiy Zhurnal = The Far Eastern Medical Journal*. 2010;3:130-133 (In Russ.).
10. Mayev I.V., Lukina G.I., Akhmedkhanov I.A. Salivation Level and Buffer Capacity of Saliva in Patients with Digestive System Pathology. *Dental Forum*. 2012;2:20-23 (In Russ.).
11. Bogomolov B.P., Sorokina A.A. On Changes in the Oral Mucosa in Acute Intestinal Infections. *Klinicheskaya Meditsina = Clinical Medicine*. 2008;3:66-69 (In Russ.).
12. Bespalova A.Yu., Utrobina I.I., Mokasheva Ye.N. Features of the Influence of Pathology of Internal Organs on the State of the Oral Cavity. *Studencheskiy Nauchnyy Forum = Student Scientific Forum*. Proceedings of XIV International Student Scientific Conference. Moscow, December 29, 2023. Moscow Publ., 2023 (In Russ.). URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018030438>.
13. Usova N.F., Dudar' M.V. *Zabolevaniya Slizistoy Obolochki Polosti Rta = Diseases of the Oral Mucosa: A teaching Aid for Students' Extracurricular Work*. Part 2. Irkutsk, 2012. P. 46-52. Irkutskiy Gosudarstvennyy Meditsinskiy Universitet Publ., 2012. P. 46-52 (In Russ.).
14. Bazikyan E.A., Klinovskaya A.S., Il'ina M.A., et al. Systematic Review of the Use of Surgical Treatment Methods for Leukoplakia of the Oral Mucosa. *Rossiyskaya Stomatologiya = Russian Journal of Stomatology*. 2022;1:15:38-40 (In Russ.).
15. Lutskeya I.K. Symptomatic and Independent Diseases of the Tongue. *Meditsinskiye Novosti = Medical News*. 2015;3:13-17 (In Russ.).
16. Gazhva S.I., Kasumov N.S., Zyzov D.M. Lesions of the Oral Mucosa and their Structure in Systemic Diseases. *Sovremennyye Prob-*

- lemy Nauki i Obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education. 2015;6:198 (In Russ.).
17. Aleksandrova L.L., Rutkovskaya A.S. Atypical Manifestations of Lichen Planus of the Oral Mucosa. *Sovremennyye Tekhnologii v Meditsinskom Obrazovanii* = Modern Technologies in Medical Education. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the Belarusian State Medical University. Minsk, November 1-5, 2021. Minsk, BGMU Publ., 2021. P. 1086-1088 (In Russ.).
  18. Teplyuk N.P., Lepekhova A.A., Grekova Ye.V., et al. Photo Gallery: Diseases of the Oral Mucosa. *Rossiyskiy Zhurnal Kozhnykh i Venericheskikh Bolezney* = Russian Journal of Skin and Venereal Diseases. 2022;5;25:427-433 (In Russ.).
  19. Anisimova I.V., Nedoseko V.B., Lomiashvili L.M. *Zabolevaniya Slizistoy Obolochki Rta i Gub: Klinika, Diagnostika* = Diseases of the Oral Mucosa and Lips: Clinical Presentation, Diagnostics. Textbook. St. Petersburg, MED Izdatel'stvo Publ., 2005. 92 p. (In Russ.).
  20. Terekhova T.N. *Travmaticheskiye Povrezhdeniya Slizistoy Obolochki Polosti Rta u Detey* = Traumatic Injuries of the Oral Mucosa in Children: Textbook.-method. manual. Minsk, BGMU Publ., 2010. 36 p. (In Russ.).
  21. Feleys D.A. *Ekstrennaya Pomoshch' v Stomatologii* = Emergency Care in Dentistry. Ed. by A.S.Artyushkevich, E.K.Trofimova. Moscow, Meditsinskaya Literatura Publ., 2001. P. 332-336 (In Russ.).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 11.04.2025. **Принята к публикации:** 15.05.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 11.04.2025. **Accepted for publication:** 15.05.2025

## КОМОРБИДНОСТЬ И МУЛЬТИМОРБИДНОСТЬ С ПОЗИЦИЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ И ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С ХРОНИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПРИ ИНФЕКЦИОННЫХ РИСКАХ

<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<sup>2</sup>ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко»

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет»

<sup>4</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»

Контактное лицо: Мингазова Эльмира Нурисламовна: [elmira\\_mingazova@mail.ru](mailto:elmira_mingazova@mail.ru)

### Резюме

В статье рассматривается проблема коморбидности и мультиморбидности с позиции рисков для здоровья пациентов, исходов лечения и нагрузок на систему здравоохранения. Особое внимание уделено различиям между этими понятиями, их распространенности среди различных групп населения, а также роли коморбидности в утяжелении течения инфекционных заболеваний, включая COVID-19. Подробно анализируются ключевые кластеры коморбидности: кардиоваскулярные, респираторные и онкологические заболевания, а также их взаимное влияние. Рассмотрены современные методы параметрической оценки коморбидности, такие как индекс Чарлсона и индекс Эликсхаузера, и их применение в клинической практике. Освещены стратегии управления коморбидностью, включая мультидисциплинарный подход, персонализированную медицину и цифровые технологии. Особый акцент сделан на глобальных и региональных особенностях организации медицинской помощи пациентам с множественными хроническими заболеваниями, а также на уроках, извлеченных во время пандемии COVID-19.

**Ключевые слова:** коморбидность, мультиморбидность, хронические заболевания, инфекционные болезни, COVID-19, персонализированная медицина, мультидисциплинарный подход, система здравоохранения

**Для цитирования:** Краснов А.Е., Удалов Ю.Д., Мингазова Э.Н., Коморбидность и мультиморбидность с позиций оценки рисков и помощи пациентам с хронической патологией при инфекционных рисках//Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 90–95. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-90-95

## Comorbidity and Multimorbidity from the Point of Risk Assessment and Assistance to Patients with Chronic Pathology at Infectious Risks

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>2</sup>N.A. Semashko National Research Institute of Public Health

<sup>3</sup>Kazan State Medical University

<sup>4</sup>Russian Medical Academy of Continuous Professional Education

Contact person: Mingazova Elmira Nurislamovna: [elmira\\_mingazova@mail.ru](mailto:elmira_mingazova@mail.ru)

### Abstract

**Background:** The article examines the problem of comorbidity and multimorbidity from the perspective of health risks for patients, treatment outcomes and burden on the healthcare system. Particular attention is paid to the differences between these concepts, their prevalence among different population groups, as well as the role of comorbidity in aggravating the course of infectious diseases, including COVID-19. Key comorbidity clusters are analyzed in detail: cardiovascular, respiratory and oncological diseases, as well as their mutual influence. Modern methods of parametric comorbidity assessment, such as the Charlson index and the Elixhauser index, and their application in clinical practice are considered. Comorbidity management strategies are highlighted, including a multidisciplinary approach, personalized medicine and digital technologies. Particular emphasis is placed on global and regional features of the organization of medical care for patients with multiple chronic diseases, as well as on lessons learned during the COVID-19 pandemic.

**Keywords:** comorbidity, multimorbidity, chronic diseases, infectious diseases, COVID-19, personalized medicine, multidisciplinary approach, healthcare system

**For citation:** Krasnov AE, Udalov YuD, Mingazova EN. Comorbidity and Multimorbidity from the Point of Risk Assessment and Assistance to Patients with Chronic Pathology at Infectious Risks. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:90-95. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-90-95

Проблема коморбидности и мультиморбидности приобретает все большую актуальность в современной медицине, особенно в условиях старения населения и роста распространенности хронических заболеваний [1 – 7]. Коморбидность, определяемая как наличие взаимосвязанных патологий, и мультиморбидность, характеризующаяся сочетанием независимых хронических болезней, существенно влияют на клинические исходы, эффективность лечения и нагрузку на систему здравоохранения. Особую значимость эти состояния приобретают при масштабных инфекционных рисках, таких как пандемия COVID-19, когда наличие сопутствующих патологий значительно ухудшало прогноз [8 – 12].

Цель статьи – систематизировать современные данные о коморбидности и мультиморбидности, их влиянии на состояние здоровья пациентов при инфекционном заболевании, а также о методах оценки и стратегии управления.

Термин «коморбидность» был введен Ф. Фенштейном и подразумевает наличие заболеваний, патогенетически связанных с основным диагнозом. Например, артериальная гипертензия при сахарном диабете является типичным примером коморбидности. В отличие от этого, мультиморбидность описывает сосуществование двух и более хронических заболеваний, не связанных между собой (например, остеоартроз, ХОБЛ и депрессия). Основное различие между этими понятиями заключается в наличии или отсутствии причинно-следственной связи между патологиями [13].

Несмотря на четкие определения, в литературе часто наблюдается смешение терминов, что затрудняет стандартизацию исследований и клинической практики [14].

Коморбидность широко распространена среди пожилых пациентов: около 67 % лиц старшего возраста страдают от двух и более хронических заболеваний. В России распространенность полиморбидности достигает 95,1 % у лиц старше 65 лет. Наличие коморбидности ассоциировано с повышенным риском смертности, инвалидизации и ухудшением качества жизни [15 – 18].

Особую значимость коморбидности приобретает в условиях возникновения инфекционных заболеваний. Например, пациенты с болезнями сердечно-сосудистой системы, диабетом или хроническими болезнями легких подвержены более тяжелому течению COVID-19, гриппа и бактериальных пневмоний [19 – 21].

Современные исследования выделяют несколько ключевых кластеров коморбидности, каждый из которых оказывает существенное влияние как на течение заболеваний, так и на функционирование системы здравоохранения в целом. Так, сердечно-сосудистые заболевания относятся к одному из их числа. Сочетание ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии и сахарного диабета не только ухудшает прогноз пациентов, но и создает значительную нагрузку на медицинские организации. Например, наличие диабета у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями увеличивает

риск смертности, что требует более сложных и дорогостоящих схем лечения. Кроме того, такие пациенты чаще нуждаются в повторных госпитализациях и длительном наблюдении, что приводит к увеличению затрат на их ведение в 2 – 3 раза по сравнению с пациентами без коморбидности [22 – 24].

Заболевания дыхательной системы, такие как ХОБЛ и бронхиальная астма, часто сочетаются с сердечно-сосудистыми и метаболическими нарушениями, формируя порочный круг взаимного отягощения. Особенно ярко это проявилось во время пандемии COVID-19, когда пациенты с хроническими заболеваниями легких и ожирением оказались наиболее уязвимыми. Исследования показали, что у лиц с ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup> риск госпитализации увеличивался на 45 %, а вероятность летального исхода – на 33 %. Это потребовало не только дополнительных ресурсов для лечения, но и пересмотра стандартов оказания помощи таким пациентам в условиях перегруженности стационаров [25 – 26].

Онкологические заболевания в сочетании с другими хроническими патологиями создают особые вызовы для системы здравоохранения. Около 40 % онкологических пациентов имеют сопутствующие заболевания, что значительно осложняет проведение химиотерапии и увеличивает риск побочных эффектов. Например, наличие сердечно-сосудистых заболеваний у онкологических больных требует тщательного мониторинга кардиотоксичности при назначении противоопухолевых препаратов. Это приводит к необходимости привлечения дополнительных специалистов – кардиоонкологов, что увеличивает стоимость лечения и нагрузку на медицинский персонал [27 – 28].

Возрастающая распространенность коморбидных состояний ставит перед системами здравоохранения сложные задачи. С одной стороны, требуется обеспечить доступность специализированной помощи для пациентов с множественными хроническими заболеваниями. С другой – необходимо оптимизировать расходы, избегая полипрагмазии и необоснованных госпитализаций. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего развитие профилактических программ, внедрение персонализированной медицины и цифровых технологий для мониторинга пациентов.

Современная медицина разработала ряд инструментов для количественной оценки коморбидности, позволяющих объективно оценить состояние пациента и спрогнозировать возможные исходы. Наиболее широкое применение в клинической практике нашли несколько ключевых методик, каждая из которых имеет свои особенности и области применения [29].

Индекс коморбидности Чарлсона (Charlson Comorbidity Index, CCI), разработанный еще в 1987 году, остается одним из наиболее востребованных инструментов. Его уникальность заключается в способности прогнозировать 10-летнюю выживаемость пациента на основе анализа 19 категорий заболеваний, каждому из которых присваивается определенный балл в зависимости от степени тяжести. Особую значимость этот индекс приобрел

в условиях пандемии COVID-19, когда российские исследования показали, что пациенты с индексом Чарлсона  $\geq 5$  имеют существенно повышенный риск летального исхода. Важно отметить, что данный индекс учитывает возраст пациента, добавляя по одному баллу за каждое десятилетие после 50 лет, что делает его особенно полезным для работы с пожилыми пациентами [29 – 31].

Более современный подход предлагает индекс Эликсхаузера (Elixhauser Comorbidity Index, ECI), разработанный в 1998 году. В отличие от CCI, он рассматривает 30 отдельных коморбидных состояний без их объединения в общий балл, что позволяет проводить более детализированный анализ. Исследования последних лет демонстрируют, что ECI обладает более высокой прогностической ценностью при оценке риска смертности от COVID-19 по сравнению с другими индексами. Установлено, что каждый дополнительный балл индекса Эликсхаузера статистически значимо увеличивает вероятность неблагоприятных исходов, включая тяжелое течение болезни и летальность [32].

Для комплексной оценки тяжести коморбидных состояний часто применяется Кумулятивная шкала оценки заболеваний (Cumulative Illness Rating Scale, CIRS), которая оценивает состояние 14 систем организма по шкале от 0 до 4 баллов. Этот инструмент особенно полезен в геронтологической практике, где важно учитывать полиорганные поражения. В отличие от других методик, CIRS позволяет не только оценить количество сопутствующих заболеваний, но и определить степень их тяжести, что имеет принципиальное значение для разработки индивидуальной тактики лечения [29].

Эффективное управление коморбидностью требует комплексного подхода, сочетающего современные методы оценки с инновационными стратегиями лечения. Одним из наиболее перспективных направлений является создание мультидисциплинарных команд, объединяющих специалистов различного профиля. Такой подход позволяет разрабатывать оптимальные схемы лечения, учитывающие все аспекты состояния пациента. Например, ведение больного с сочетанием сахарного диабета, ишемической болезни сердца и хронической болезни почек требует согласованной работы эндокринолога, кардиолога и нефролога [33].

Персонализированная медицина становится ключевым инструментом в работе с пациентами, имеющими множественные хронические заболевания. Учет индивидуальных особенностей пациента, включая генетическую предрасположенность, образ жизни, экологические риски, ответ на предыдущее лечение, позволяет существенно повысить эффективность терапии. Особое значение это приобретает при назначении лекарственных препаратов, когда необходимо учитывать возможные межлекарственные взаимодействия и индивидуальную переносимость [34 – 36].

Цифровые технологии открывают новые возможности в управлении коморбидностью. Электронные медицинские карты, системы поддержки решений и телемедицинские платформы

позволяют не только оптимизировать процесс лечения, но и проводить постоянный мониторинг состояния пациента. Искусственный интеллект начинает играть все более важную роль в анализе больших массивов данных и выявлении скрытых закономерностей в течении коморбидных состояний. Особенно перспективным представляется использование машинного обучения для прогнозирования рисков развития осложнений у пациентов с множественными хроническими заболеваниями [37].

Профилактика и раннее выявление коморбидных состояний остаются важнейшими направлениями работы. Регулярные диспансерные осмотры, программы скрининга и образовательные инициативы для пациентов позволяют выявлять и корректировать сопутствующие заболевания на ранних стадиях, предотвращая развитие тяжелых осложнений. Особое внимание уделяется программам модификации образа жизни, поскольку такие факторы, как курение, гиподинамия и нерациональное питание, часто являются общими факторами риска для нескольких хронических заболеваний [38 – 39].

В странах Северной Америки и Западной Европы особое внимание уделяется цифровизации процессов оказания медицинской помощи. Широкое распространение получили интегрированные системы электронных медицинских карт, позволяющие различным специалистам получать полную информацию о состоянии пациента в режиме реального времени. Канадская модель здравоохранения делает акцент на профилактике и раннем выявлении коморбидных состояний через систему первичной медико-санитарной помощи, что позволяет снижать нагрузку на стационарное звено. В Германии и Скандинавских странах успешно реализуются программы телемедицинского консультирования, особенно востребованные среди пожилых пациентов с ограниченной мобильностью [40 – 42].

В то же время развивающиеся страны сталкиваются с существенными трудностями в организации помощи пациентам с коморбидностью. В государствах Латинской Америки, Южной Азии и Африки к югу от Сахары ограниченный доступ к специализированной помощи и недостаточное финансирование системы здравоохранения приводят к поздней диагностике сопутствующих заболеваний. Особую проблему представляет фрагментарность медицинской документации и отсутствие единых стандартов ведения пациентов с множественными хроническими патологиями [43].

Российская система здравоохранения в последние годы предпринимает активные шаги по адаптации международного опыта управления коморбидностью. Развитие системы диспансеризации взрослого населения, внедрение федеральных регистров пациентов с хроническими заболеваниями и создание гериатрической службы позволяют улучшить выявление и контроль коморбидных состояний. Однако сохраняются проблемы, связанные с недостаточной координацией между различными уровнями медицинской помощи и ограниченным использованием современных цифровых технологий в повседневной клинической практике [44].

### Заключение

Таким образом, проведенный анализ проблемы коморбидности и мультиморбидности в современной медицине позволяет сделать ряд важных выводов. Во-первых, четкое разграничение этих понятий имеет принципиальное значение для клинической практики и научных исследований. Во-вторых, высокая распространенность коморбидных состояний, особенно среди пожилого населения, требует пересмотра подходов к организации медицинской помощи.

Особую тревогу вызывает влияние коморбидности на течение инфекционных заболеваний, что ярко проявилось во время пандемии COVID-19. Полученные данные убедительно доказывают, что наличие хронических заболеваний значительно ухудшает прогноз при вирусных инфекциях, увеличивая риск тяжелого течения и летального исхода. Это подчеркивает необходимость разработки специальных протоколов ведения таких пациентов.

Современные методы оценки коморбидности, такие как индексы Чарлсона и Эликсхаузера, доказали свою эффективность и должны шире внедряться в клиническую практику. Однако сохраняется потребность в дальнейшем совершенствовании инструментов стратификации риска, особенно для прогнозирования острых осложнений.

Перспективными направлениями в управлении коморбидностью являются: развитие мультидисциплинарного подхода, внедрение персонализированной медицины, активное использование цифровых технологий, усиление профилактических программ.

Опыт пандемии COVID-19 показал необходимость международного сотрудничества в этой области, включая обмен клиническими протоколами и создание единых стандартов. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение долгосрочных последствий коморбидности, разработку новых методов оценки рисков и оптимизацию системы оказания помощи пациентам с множественными хроническими заболеваниями.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кизеев М.В., Лазарев А.В., Валеев В.В. и др. Возрастные особенности заболеваемости населения в условиях пандемии COVID-19 // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2022. Т.30. №S1. С. 1023–1026. doi: 10.32687/0869-866X-2022-30-s1-1023-1026.
2. Хабриев Р.У., Мингазова Э.Н., Зиятдинов В.Б. и др. Прогноз рождаемости и заболеваемости населения субъектов Российской Федерации с позиции оценки репродуктивного потенциала // Здравоохранение Российской Федерации. 2021. Т.65. №6. С. 507–513. doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-6-507-513.
3. Хабриев Р.У., Мингазова Э.Н., Шигабутдинова Т.Н. Основные тенденции медико-демографических показателей в Республике Татарстан (1991–2018) // Общественное здоровье и здравоохранение. 2019. Т.3. №63. С. 5–10.
4. Мингазова Э.Н., Бакирова Э.А., Шигабутдинова Т.Н. Динамика изменений и прогностические модели уровней заболеваемости городского и сельского населения субъекта Российской Федерации // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. Т.29. №6. С. 1505–1509. doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-6-1505-1509.
5. Мингазова Э.Н., Железова П.В., Мингазов Р.Н. Численность населения региона с точки зрения его репродуктивно-демографического потенциала // Менеджер здравоохранения. 2024. №1. С. 11–22. doi: 10.21045/1811-0185-2024-1-11-22.
6. Лебедева У.М., Мингазова Э.Н. Динамическое наблюдение за изменениями медико-демографических показателей в Республике Саха (Якутия) за 1998–2018 годы // Дальневосточный медицинский журнал. 2020. №4. С. 33–36. doi: 10.35177/1994-5191-2020-4-33-36.
7. Муслимов М.И., Гуреев С.А., Мингазова Э.Н. К вопросу об общественном и популяционном здоровье // Менеджер здравоохранения. 2024. №7. С. 97–105. doi: 10.21045/1811-0185-2024-7-97-105.
8. Арамисова Л.С., Журтова И.Б., Хачмахова Э.З. Анализ прогностического качества предикторов летальности у пациентов с COVID-19 и коморбидным фоном: ретроспективное исследование // Фарматека. 2025. Т.32. №2. С. 124–128. doi: 10.18565/pharmateca.2025.2.124-128.
9. Оганов Р.Г., Симаненков В.И., Бакулин И.Г. и др. Коморбидная патология в клинической практике. Алгоритмы диагностики и лечения. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019. Т.18. №1. С. 5–66. doi: 10.15829/1728-8800-2019-1-5-66.
10. Хабриев Р.У., Краснов А.Е., Мингазова Э.Н. Динамические и прогностические показатели смертности трудоспособного мужского и женского населения с учетом их особенностей до и во время COVID-19 // Казанский медицинский журнал. 2025. Т.106. №3. С. 446–453. doi: 10.17816/KMJ640159.
11. Краснов А.Е., Бакирова Э.А., Мингазова Э.Н. Комплексный анализ смертности населения по причинам: региональные особенности // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2024. Т.32. №S1. С. 628–632. doi: 10.32687/0869-866X-2024-32-s1-628-632.
12. Краснов А.Е., Мингазова Э.Н. Смертность населения в XXI веке: региональные особенности // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья им. Н.А.Семашко. 2024. №1. С. 96–101. doi: 10.25742/NRIPH.2024.01.015.
13. Starfield B. Challenges to Primary Care from Co- and Multi-Morbidity // Primary Health Care Research & Development. 2011. V.12. No.1. P. 1–2. doi: 10.1017/S1463423610000484.
14. Драпкина О.М., Шутков А.М., Ефремова Е.В. Коморбидность, мультиморбидность, двойной диагноз — синонимы или разные понятия? // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2019. Т.18. №2. С. 65–69. doi: 10.15829/1728-8800-2019-2-65-69.
15. Marengoni A., Angleman S., Melis R., et al. Aging with Multimorbidity: a Systematic Review of the Literature // Ageing Research Reviews. 2011. V.10. No.4. P. 430–439. doi: 10.1016/j.arr.2011.03.003.
16. Тарловская Е.И. Коморбидность и полиморбидность – современная трактовка и насущные задачи, стоящие перед терапевтическим сообществом // Кардиология. 2018. Т.58. №S9. С. 29–38.
17. Barnett K., Mercer S.W., Norbury M., et al. Epidemiology of Multimorbidity and Implications for Health Care, Research, and Medical Education: a Cross-Sectional Study // The Lancet. 2012. V.380. No.9836. P. 37–43. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60240-2.
18. Краснов А.Е., Мингазова Э.Н. Показатели первичной медико-санитарной помощи населению с учетом медико-демографических особенностей региона // Менеджер здравоохранения. 2023. №11. С. 10–16. doi: 10.21045/1811-0185-2023-11-10-16.
19. Rizzuto D., Melis R.J.F., Angleman S., et al. Effect of Chronic Diseases and Multimorbidity on Survival and Functioning in Elderly Adults // Journal of the American Geriatrics Society. 2017. V.65. No.5. P. 1056–1060. doi: 10.1111/jgs.14868.
20. Корхмазов В.Т., Перхов В.И. Уроки пандемии COVID-19 для проектного управления в здравоохранении // Медицина и организация здравоохранения. 2023. Т.8. №3. С. 13–25. doi: 10.56871/MHCO.2023.62.30.002.
21. Перхов В.И., Корхмазов В.Т. Динамика количественных показателей федерального проекта «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» в период пандемии COVID-19 // Наука и инновации в медицине. 2023. Т.8. №4. С. 287–293. doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-287-293.
22. Смирнов А.А., Лукьянов М.М., Марцевич С.Ю. и др. Клинико-anamnestические характеристики, кардиоваскулярная фармакотерапия и отдаленные исходы у мультиморбидных пациентов,

- перенесших COVID-19 // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2022. Т.18. №5. С. 502–509. doi: 10.20996/1819-6446-2022-09-06.
23. Dunlay S.M., Chamberlain A.M. Multimorbidity in Older Patients with Cardiovascular Disease // Current Cardiovascular Risk Reports. 2016. No.10. P. 3. doi: 10.1007/s12170-016-0491-8.
  24. Fox C.S., Coady S., Sorlie P.D., et al. Trends in Cardiovascular Complications of Diabetes // JAMA. 2004. V.292. No.20. P. 2495–2499. doi: 10.1001/jama.292.20.2495.
  25. Gao M., Piernas C., Astbury N.M., et al. Associations between Body-Mass Index and COVID-19 Severity in 6.9 million People in England: a Prospective, Community-Based, Cohort Study // The Lancet Diabetes & Endocrinology. 2021. V.9. No.6. P. 350–359. doi: 10.1016/S2213-8587(21)00089-9.
  26. Abumweis S., Alrefai W., Alzoughool F. Association of Obesity with COVID-19 Disease Severity and Mortality: A Meta-Analysis of Studies // Obesity Medicine. 2022. No.33. P. 100431. doi: 10.1016/j.obmed.2022.100431.
  27. Sarfati D., Koczwara B., Jackson C. The Impact of Comorbidity on Cancer and its Treatment. CA // A Cancer Journal for Clinicians. 2016. V.66. No.4. P. 337–350. doi: 10.3322/caac.21342.
  28. Fowler H., Belot A., Ellis L., et al. Comorbidity Prevalence among Cancer Patients: a Population-Based Cohort Study of Four Cancers // BMC Cancer. 2020. V.20. P. 2. doi: 10.1186/s12885-019-6472-9.
  29. Наумова О.А., Эфрос Л.А. Распространенные методы оценки коморбидности (обзор литературы) // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. Т.12. №126. С.61. doi: 10.23670/IRJ.2022.126.61.
  30. Tuty Kuswardhani R.A., Henrina J., Pranata R., et al. Charlson Comorbidity Index and a Composite of Poor Outcomes in COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis // Diabetes & Metabolic Syndrome. 2020. V.14. No.6. P. 2103–2109. doi: 10.1016/j.dsx.2020.10.022.
  31. Comoglu S., Kant A. Does the Charlson Comorbidity Index Help Predict the Risk of Death in COVID-19 Patients? // Northern Clinics of Istanbul. 2022. V.9. No.2. P. 117–121. doi: 10.14744/nci.2022.33349.
  32. Zhou W., Qin X., Hu X., et al. Prognosis Models for Severe and Critical COVID-19 Based on the Charlson and Elixhauser Comorbidity Indices // International Journal of Medical Sciences. 2020. V.17. No.15. P. 2257–2263. doi: 10.7150/ijms.50007.
  33. Endalamaw A., Zewdie A., Wolka E., Assefa Y. Care Models for Individuals with Chronic Multimorbidity: Lessons for Low- and Middle-Income Countries // BMC Health Services Research. 2024. No.24. P. 895. doi: 10.1186/s12913-024-11351-y.
  34. Strianese O., Rizzo F., Ciccarelli M., et al. Precision and Personalized Medicine: how Genomic Approach Improves the Management of Cardiovascular and Neurodegenerative Disease // Genes. 2020. V.11. No.7. P. 747. doi: 10.3390/genes11070747.
  35. Fadeeva S.A., Sitdikova I.D., Mingazova E.N., et al. Risk Assessment as a Criterion of Environmental Stress // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2018. V.5. No.9. P. 9323–9327. doi: 10.5281/zenodo.1439332.
  36. Ситдикова И.Д., Мингазова Э.Н., Мешиков А.В., Гуреев С.А. Оценка риска как критерий в системе показателей общественного здоровья // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. 2020. №1. С. 24–29. doi: 10.25742/NRIPH.2020.01.004.
  37. Hare A.J., Chokshi N., Adusumalli S. Novel Digital Technologies for Blood Pressure Monitoring and Hypertension Management // Current Cardiovascular Risk Reports. 2021. V.15. No.8. P. 11. doi: 10.1007/s12170-021-00672-w.
  38. Aubrey-Bassler K., Fernandes C., Penney C., et al. The Effectiveness of a Proven Chronic Disease Prevention and Screening Intervention in Diverse and Remote Primary Care Settings: an Implementation Study on the BETTER 2 Program // BJGP Open. 2019. V. 3. No.3. doi: 10.3399/bjgpopen19X101656.
  39. Бакирова Э.А., Мингазова Э.Н. Совершенствование медицинской помощи сельскому населению посредством управления бизнес-процессами // Менеджер здравоохранения. 2020. №8. С. 20–26. doi: 10.37690/1811-0185-2020-8-20-26.
  40. Vest J.R., Gamm L.D. Health Information Exchange: Persistent Challenges and New Strategies // Journal of the American Medical Informatics Association. 2010. V.17. No.3. P. 288–294. doi: 10.1136/jamia.2010.003673.
  41. Struckmann V., Leijten F.R.M., van Ginneken E., et al. Relevant Models and Elements of Integrated Care for Multi-Morbidity: Results of a Scoping Review // Health Policy. 2018. V.122. No.1. P. 23–35. doi: 10.1016/j.healthpol.2017.08.008.
  42. Lewinski A.A., Walsh C., Rushton S., et al. Telehealth for the Longitudinal Management of Chronic Conditions: Systematic Review // Journal of Medical Internet Research. 2022. V.24. No.8. P. e37100. doi: 10.2196/37100.
  43. Thienemann F., Ntusi N.A.B., Battegay E., et al. Multimorbidity and Cardiovascular Disease: a Perspective on Low- and Middle-Income Countries // Cardiovascular Diagnosis and Therapy. 2020. V.10. No.2. P. 376–385. doi: 10.21037/cdt.2019.09.09.
  44. Дранкина О.М., Концевая А.В., Калинина А.М. и др. Коморбидность пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями в практике врача-терапевта. Евразийское руководство // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2024. Т.23. №3. С. 113–418.

## REFERENCES

1. Kizeyev M.V., Lazarev A.V., Valeyev V.V., et al. Age-Related Features of Population Morbidity in the Context of the COVID-19 Pandemic. *Problemy Sotsial'noy Gigiyeny, Zdravookhraneniya i Istorii Meditsiny* = Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine. 2022;30;S1:1023–1026 (In Russ.). doi: 10.32687/0869-866X-2022-30-s1-1023-1026.
2. Khabriyev R.U., Mingazova E.N., Ziatdinov V.B., et al. Forecast of Birth Rate and Morbidity of the Population of the Constituent Entities of the Russian Federation from the Standpoint of Assessing the Reproductive Potential. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii* = Health Care of the Russian Federation. 2021;65;6:507–513 (In Russ.). doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-6-507-513.
3. Khabriyev R.U., Mingazova E.N., Shigabutdinova T.N. Main Trends of Medical and Demographic Indicators in the Republic of Tatarstan (1991–2018). *Obshchestvennoye Zdorov'ye i Zdravookhraneniye* = Public Health and Health Care. 2019;3;63:5–10 (In Russ.).
4. Mingazova E.N., Bakirova E.A., Shigabutdinova T.N. Dynamics of Changes and Prognostic Models of Morbidity Levels of the Urban and Rural Population of a Constituent Entity of the Russian Federation. *Problemy Sotsial'noy Gigiyeny, Zdravookhraneniya i Istorii Meditsiny* = Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine. 2021;29;6:1505–1509 (In Russ.). doi: 10.32687/0869-866X-2021-29-6-1505-1509.
5. Mingazova E.N., Zhelezova P.V., Mingazov R.N. Population Size of the Region from the Point of View of its Reproductive and Demographic Potential. *Menedzher Zdravookhraneniya* = Health Care Manager. 2024;1:11–22 (In Russ.). doi: 10.21045/1811-0185-2024-1-11-22.
6. Lebedeva U.M., Mingazova E.N. Dynamic Monitoring of Changes in Medical and Demographic Indicators in the Republic of Sakha (Yakutia) for 1998–2018. *Dal'nevostochnyy Meditsinskiy Zhurnal* = Far Eastern Medical Journal. 2020;4:33–36 (In Russ.). doi: 10.35177/1994-5191-2020-4-33-36.
7. Muslimov M.I., Gureyev S.A., Mingazova E.N. On the Issue of Public and Population Health. *Menedzher Zdravookhraneniya* = Health Care Manager. 2024;7:97–105 (In Russ.). doi: 10.21045/1811-0185-2024-7-97-105.
8. Aramisova L.S., Zhurtova I.B., Khachmakhova E.Z. Analysis of the Prognostic Quality of Mortality Predictors in Patients with COVID-19 and Comorbid Background: a Retrospective Study. *Farmateka* = Pharmateka. 2025;32;2:124–128 (In Russ.). doi: 10.18565/pharmateka.2025.2.124-128.
9. Oganov R.G., Simanenkov V.I., Bakulin I.G., et al. Comorbid Pathology in Clinical Practice. Diagnostic and Treatment Algorithms. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika* = Cardiovascular Therapy and Prevention. 2019;18;1:5–66 (In Russ.). doi: 10.15829/1728-8800-2019-1-5-66.
10. Khabriyev R.U., Krasnov A.Ye., Mingazova E.N. Dynamic and Prognostic Indicators of Mortality of the Working-Age Male and Female Population, Taking into Account their Characteristics before and during COVID-19. *Kazanskiy Meditsinskiy Zhurnal* = Kazan Medical Journal. 2025;106;3:446–453 (In Russ.). doi: 10.17816/KMJ640159.
11. Krasnov A.Ye., Bakirova E.A., Mingazova E.N. Comprehensive Analysis of Mortality by Causes: Regional Characteristics. *Problemy Sotsial'noy Gigiyeny, Zdravookhraneniya i Istorii Meditsiny* = Prob-

- lems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine. 2024;32;S1:628–632 (In Russ.). doi: 10.32687/0869-866X-2024-32-s1-628-632.
12. Krasnov A.Ye., Mingazova E.N. Mortality of the Population in the 21st Century: Regional Characteristics. *Byulleten' Natsional'nogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Obshchestvennogo Zdorov'ya Imeni N.A. Semashko* = Bulletin of the National Research Institute of Public Health Named after N.A.Semashko. 2024;1:96–101 (In Russ.). doi: 10.25742/NRIPH.2024.01.015.
  13. Starfield B. Challenges to Primary Care from Co- and Multi-Morbidity. *Primary Health Care Research & Development*. 2011;12;1:1–2. doi: 10.1017/S1463423610000484.
  14. Drapkina O.M., Shutov A.M., Yefremova Ye.V. Comorbidity, Multimorbidity, Dual Diagnosis – Synonyms or Different Concepts? *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika* = Cardiovascular Therapy and Prevention. 2019;18;2:65–69 (In Russ.). doi: 10.15829/1728-8800-2019-2-65-69.
  15. Marengoni A., Angleman S., Melis R., et al. Aging with Multimorbidity: a Systematic Review of the Literature. *Ageing Research Reviews*. 2011;10;4:430–439. doi: 10.1016/j.arr.2011.03.003.
  16. Tarlovskaya Ye.I. Comorbidity and Polymorbidity - Modern Interpretation and Pressing Tasks Facing the Therapeutic Community. *Kardiologiya* = Cardiology. 2018;58;S9:29–38 (In Russ.).
  17. Barnett K., Mercer S.W., Norbury M., et al. Epidemiology of Multimorbidity and Implications for Health Care, Research, and Medical Education: a Cross-Sectional Study. *The Lancet*. 2012;380;9836:37–43. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60240-2.
  18. Krasnov A.Ye., Mingazova E.N. Indicators of Primary Health Care to the Population, Taking into Account the Medical and Demographic Characteristics of the Region. *Menedzher Zdravookhraneniya* = Health Care Manager. 2023;11:10–16 (In Russ.). doi: 10.21045/1811-0185-2023-11-10-16.
  19. Rizzuto D., Melis R.J.F., Angleman S., et al. Effect of Chronic Diseases and Multimorbidity on Survival and Functioning in Elderly Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2017;65;5:1056–1060. doi: 10.1111/jgs.14868.
  20. Korkhmazov V.T., Perkhov V.I. Lessons of the COVID-19 Pandemic for Project Management in Healthcare. *Meditsina i Organizatsiya Zdravookhraneniya* = Medicine and Health Care Organization. 2023;8;3:13–25 (In Russ.). doi: 10.56871/MHCO.2023.62.30.002.
  21. Perkhov V.I., Korkhmazov V.T. Dynamics of Quantitative Indicators of the Federal Project «Combating Cardiovascular Diseases» during the COVID-19 Pandemic. *Nauka i Innovatsii v Meditsine* = Science & Innovations in Medicine. 2023;8;4:287–293 (In Russ.). doi: 10.35693/2500-1388-2023-8-4-287-293.
  22. Smirnov A.A., Luk'yanov M.M., Martsevich S.Yu., et al. Clinical and Anamnestic Characteristics, Cardiovascular Pharmacotherapy and Long-Term Outcomes in Multimorbid Patients who Had COVID-19. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii* = Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2022;18;5:502–509 (In Russ.). doi: 10.20996/1819-6446-2022-09-06.
  23. Dunlay S.M., Chamberlain A.M. Multimorbidity in Older Patients with Cardiovascular Disease. *Current Cardiovascular Risk Reports*. 2016;10;3. doi: 10.1007/s12170-016-0491-8.
  24. Fox C.S., Coady S., Sorlie P.D., et al. Trends in Cardiovascular Complications of Diabetes. *JAMA*. 2004;292;20:2495–2499. doi: 10.1001/jama.292.20.2495.
  25. Gao M., Piernas C., Astbury N.M., et al. Associations between Body-Mass Index and COVID-19 Severity in 6.9 million People in England: a Prospective, Community-Based, Cohort Study. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2021;9;6:350–359. doi: 10.1016/S2213-8587(21)00089-9.
  26. Abumweis S., Alrefai W., Alzoughool F. Association of Obesity with COVID-19 Disease Severity and Mortality: A Meta-Analysis of Studies. *Obesity Medicine*. 2022;33:100431. doi: 10.1016/j.obmed.2022.100431.
  27. Sarfati D., Koczwara B., Jackson C. The Impact of Comorbidity on Cancer and its Treatment. *CA. A Cancer Journal for Clinicians*. 2016;66;4:337–350. doi: 10.3322/caac.21342.
  28. Fowler H., Belot A., Ellis L., et al. Comorbidity Prevalence among Cancer Patients: a Population-Based Cohort Study of Four Cancers. *BMC Cancer*. 2020;20:2. doi: 10.1186/s12885-019-6472-9.
  29. Naumova O.A., Efros L.A. Common Methods for Assessing Comorbidity (Literature Review). *Mezhdunarodnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Zhurnal* = International Research Journal. 2022;12;126:61 (In Russ.). doi: 10.23670/IRJ.2022.126.61.
  30. Tuty Kuswardhani R.A., Henrina J., Pranata R., et al. Charlson Comorbidity Index and a Composite of Poor Outcomes in COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diabetes & Metabolic Syndrome*. 2020;14;6:2103–2109. doi: 10.1016/j.dsx.2020.10.022.
  31. Comoglu S., Kant A. Does the Charlson Comorbidity Index Help Predict the Risk of Death in COVID-19 Patients? *Northern Clinics of Istanbul*. 2022;9;2:117–121. doi: 10.14744/nci.2022.33349.
  32. Zhou W., Qin X., Hu X., et al. Prognosis Models for Severe and Critical COVID-19 Based on the Charlson and Elixhauser Comorbidity Indices. *International Journal of Medical Sciences*. 2020;17;15:2257–2263. doi: 10.7150/ijms.50007.
  33. Endalamaw A., Zewdie A., Wolka E., Assefa Y. Care Models for Individuals with Chronic Multimorbidity: Lessons for Low- and Middle-Income Countries. *BMC Health Services Research*. 2024;24:895. doi: 10.1186/s12913-024-11351-y.
  34. Strianese O., Rizzo F., Ciccirelli M., et al. Precision and Personalized Medicine: how Genomic Approach Improves the Management of Cardiovascular and Neurodegenerative Disease. *Genes*. 2020;11;7:747. doi: 10.3390/genes11070747.
  35. Fadeeva S.A., Sitdikova I.D., Mingazova E.N., et al. Risk Assessment as a Criterion of Environmental Stress. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2018;5;9:9323–9327. doi: 10.5281/zenodo.1439332.
  36. Sitdikova I.D., Mingazova E.N., Meshkov A.V., Gureyev S.A. Risk Assessment as a Criterion in the System of Public Health Indicators. *Byulleten' Natsional'nogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Obshchestvennogo Zdorov'ya imeni N.A. Semashko* = Bulletin of the National Research Institute of Public Health Named after N.A. Semashko. 2020;1:24–29 (In Russ.). doi: 10.25742/NRIPH.2020.01.004.
  37. Hare A.J., Chokshi N., Adusumalli S. Novel Digital Technologies for Blood Pressure Monitoring and Hypertension Management. *Current Cardiovascular Risk Reports*. 2021;15;8:11. doi: 10.1007/s12170-021-00672-w.
  38. Aubrey-Bassler K., Fernandes C., Penney C., et al. The Effectiveness of a Proven Chronic Disease Prevention and Screening Intervention in Diverse and Remote Primary Care Settings: an Implementation Study on the BETTER 2 Program. *BJGP Open*. 2019;3;3. doi: 10.3399/bjgpopen19X101656.
  39. Bakirova E.A., Mingazova E.N. Improving Medical Care for the Rural Population Through Business Process Management. *Menedzher Zdravookhraneniya* = Health Care Manager. 2020;8:20–26 (In Russ.). doi: 10.37690/1811-0185-2020-8-20-26.
  40. Vest J.R., Gamm L.D. Health Information Exchange: Persistent Challenges and New Strategies. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2010;17;3:288–294. doi: 10.1136/jamia.2010.003673.
  41. Struckmann V., Leijten F.R.M., van Ginneken E., et al. Relevant Models and Elements of Integrated Care for Multi-Morbidity: Results of a Scoping Review. *Health Policy*. 2018;122;1:23–35. doi: 10.1016/j.healthpol.2017.08.008.
  42. Lewinski A.A., Walsh C., Rushton S., et al. Telehealth for the Longitudinal Management of Chronic Conditions: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*. 2022;24;8:e37100. doi: 10.2196/37100.
  43. Lewinski A.A., Walsh C., Rushton S., et al. Telehealth for the Longitudinal Management of Chronic Conditions: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*. 2022;24;8:e37100. doi: 10.2196/37100.
  44. Drapkina O.M., Kontsevaya A.V., Kalinina A.M., et al. Comorbidity of Patients with Chronic Non-Infectious Diseases in the Practice of a General Practitioner. *Eurasian Guide. Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika* = Cardiovascular Therapy and Prevention. 2024;23;3:113–418 (In Russ.).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 08.07.2025. Принята к публикации: 13.08.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 08.07.2025. Accepted for publication: 13.08.2025

О.Н. Прохорова, А.М. Михайленко, М.Н. Зиятдинов, М.В. Калинина, И.Л. Шафранский, М.Г. Арчегова, А.Р. Туков

## ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ОЖИРЕНИЕМ ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС, РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ, ОБСЛУЖИВАЕМЫХ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ФМБА РОССИИ

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Зиятдинов Марат Назифович: zidik@yandex.ru

### Резюме

**Цель:** оценить заболеваемость ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России.

**Материалы и методы:** в работе использована информационная база Отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ОРЧ), разработанного ФГБУ «ГНЦ – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И.Бурназяна» ФМБА России и содержащего сведения о вновь выявленных заболеваниях ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9). В базе данных регистра находится информация о 951 диагнозе ожирения неуточнённого (МКБ 10; E66.9), выявленного впервые, мужчины – 750 (70,9 %), женщины – 201 (29,1 %), в группе ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России.

Для обработки результатов исследования использован статистический пакет программ Excel. Для расчёта абсолютных и интенсивных показателей, темпа прироста разработаны оригинальные программы. Заболеваемость ожирением неуточнённым (МКБ-10; E66.9) рассчитывалась на 1 тыс. работников.

Результат: проведена оценка заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России. Установлены особенности структуры регистрируемых заболеваний этого контингента. Проведена оценка динамики заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) за период 1989–2023 гг. по этой нозологии.

**Заключение:** в структуре впервые выявленных болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ (МКБ 10; E00-E90) у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, мужчин, заболеваемость ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) занимает третье ранговое место – 11,2 %, у ликвидаторов женщин занимает второе ранговое место – 11,2 %.

Заболеваемость ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989–2023 гг. регистрировалась, в основном, в начальных циклах наблюдения. Постарение контингента определило отрицательный темп прироста как у мужчин = -23,54 %, так и у женщин = -49,34 %.

**Ключевые слова:** авария, заболеваемость, ликвидаторы, ожирение, ФМБА России, Чернобыльская АЭС

**Для цитирования:** Прохорова О.Н., Михайленко А.М., Зиятдинов М.Н., Калинина М.В., Шафранский И.Л., Арчегова М.Г., Туков А.Р. Заболеваемость ожирением ликвидаторов последствий аварии на чернобыльской АЭС, работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 96–101. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-96-101

O.N. Prochorova, A.M. Mihaylenko, M.N. Ziyatdinov, M.V. Kalinina, I.L. Shafranskiy, M.G. Archegova, A.R. Tukov

## Incidence of Obesity Among Chernobyl Accident Liquidators, Employees of Enterprises and Organizations Served by Healthcare Institutions of the FMBA of Russia

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Ziyatdinov Marat Nazifovich: zidik@yandex.ru

### Abstract

**Purpose:** to assess the incidence of obesity (ICD 10: E66.9) among the liquidators of the consequences of the Chernobyl accident, employees of enterprises and organizations serviced by healthcare institutions of the Federal Medical Service of Russia.

**Materials and methods:** the work uses the information base of the Industry Register of Persons Exposed to Radiation as a result of the Chernobyl Nuclear Power Plant accident (ORF), developed by the Burnazyan Scientific Research Center of the Russian Academy of Medical Sciences and containing information on newly identified obesity diseases (ICD 10: E66.9). The register's database contains information on 951 diagnoses of obesity (ICD 10: E66.9) identified for the first time, men – 750 (70.9 %), women – 201 (29.1 %), employees of enterprises and organizations served by healthcare institutions of the Federal Medical Service of Russia.

The statistical Excel software package was used to process the research results. Original programs have been developed to calculate absolute and intensive indicators and growth rates. The incidence of obesity (ICD 10:E66.9) was calculated per 1,000 workers.

Results: An assessment of the incidence of unspecified obesity (ICD 10: E66.9) among employees of enterprises and organizations served by healthcare institutions of the Federal Medical Service of Russia was carried out. The features of the structure of the registered diseases of this contingent have been established. The dynamics of the incidence of diseases with unspecified obesity (ICD 10: E66.9) for the period 1989-2023 for this.

**Conclusion:** in the structure of newly identified diseases of the endocrine system, eating disorders and metabolic disorders (ICD 10; E00-E90.9) among the liquidators of the consequences of the Chernobyl accident, men, the incidence of unspecified obesity (ICD 10: E66.9) ranks third – 11.2%, among women it ranks second – 11.2%.

The incidence of unspecified obesity (ICD 10: E66.9) among the liquidators of the consequences of the Chernobyl accident for 1989-2023. It was recorded mainly in the initial observation cycles. The aging of the contingent determined a negative growth rate for both men = -23.54% and women = -49.34%.

**Keywords:** *accident, chernobyl nuclear power plant, FMBA of Russia, incidence, liquidators, obesity*

**For citation:** Prochorova ON, Mihaylenko AM, Ziyatdinov MN, Kalinina MV, Shafranskiy IL, Archegova MG, Tukov AR. Incidence of Obesity Among Chernobyl Accident Liquidators, Employees of Enterprises and Organizations Served by Healthcare Institutions of the FMBA of Russia. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:96-101. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-96-101

## Введение

Растущая эпидемия ожирения в мире представляет собой одну из серьезных проблем общественного здравоохранения.

Ожирение охарактеризовано ВОЗ как неинфекционная эпидемия XXI в.: более 1 млрд чел. на планете страдают избыточным весом, а 300 млн из них – ожирением [1].

Ожирение является одним из социально значимых хронических неинфекционных заболеваний и, согласно многочисленным прогнозам, к 2030 г. показатель заболеваемости ожирением может увеличиться в несколько раз [2].

История изучения эпидемиологии ожирения в России насчитывает более 30 лет. По полученным данным, распространенность ожирения на территории всей страны остается высокой и при этом продолжает увеличиваться. Так, среди мужчин распространенность возросла с 10,8% в 1993 г. до 27,9% в 2017 г., среди женщин – с 26,4 до 31,8% соответственно. Во всех регионах, где удалось оценить многолетние тренды, распространенность ожирения среди взрослых возросла (максимум – 48,5% в Белгородской области). Во взрослой популяции ожирение чаще встречается у женщин (максимум – 47,0% в Новосибирской области), чем у мужчин (максимум – 30,0% в Ивановской и Воронежской областях) [3].

На основании данных ГУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» Саратова изучены показатели общей и первичной заболеваемости ожирением среди населения трудоспособного возраста на территории Саратовской области в динамике за 10 лет с 2013 по 2022 г. Показатель общей заболеваемости ожирением по Саратову за период наблюдения увеличился на 6,8%, по Саратовской области – на 22,2%; первичной заболеваемости – на 53,3% и 81,4% соответственно. Установлена корреляция между первичной и общей заболеваемостью ожирением в Саратове:  $r = 0,63$ ,  $p = 0,04$ ; между общей заболеваемостью в Саратове и Саратовской области:  $r = 0,68$ ,  $p = 0,03$ . [2].

Ожирение – эпидемия нашего столетия. В США избыточный вес имеют 61% населения (ожирение отмечается у каждого третьего жителя), в Великобри-

тании – 51%, в Германии – 50%. Исследования, проведенные в США, показали, что ежегодно ожирение служит причиной примерно 300 тыс. случаев смерти. В России избыточным весом страдает 54% населения. Четверть населения экономически развитых стран мира имеют массу тела, превышающую норму на 15%. То есть, они имеют в той или иной степени избыточную массу тела или ожирение. Поэтому фигурируют два этих понятия. По прогнозу ВОЗ, если такие же темпы прироста избыточной массы тела и ожирения у населения сохраняются, то к 2025 г., по экспертной оценке ВОЗ, в мире будут насчитываться около 300 млн жителей с диагнозом ожирение. По заключению ВОЗ, ожирение включено в число 10 главных причин, влияющих на увеличение смертности [1].

Одним из механизмов реализации целевых ориентиров государственной политики в достижении благополучия, повышении качества и продолжительности активной жизни, снижения смертности, в том числе в трудоспособном возрасте, является снижение рисков и устранение факторов, способствующих развитию ожирения. Ожирение населения Московской области занимает значительную долю в структуре болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ. Среди взрослых заболеваемость составляет 21,4%. [4].

Доказано, что ожирение ассоциировано с целым рядом заболеваний гастроэнтерологического профиля, при этом механизмы этих связей крайне гетерогенны и мультифакториальны. Многочисленными исследованиями продемонстрирована ассоциация ожирения с заболеваниями пищевода (гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, пищевод Баррета, аденокарцинома пищевода, нарушения моторики пищевода), желудка (функциональная диспепсия, рак желудка), желчного пузыря (желчнокаменная болезнь, рак желчного пузыря), поджелудочной железы (острый панкреатит, рак поджелудочной железы), печени (неалкогольная жировая болезнь печени, гепатоцеллюлярная карцинома), кишечника (дивертикулярная болезнь, синдром раздраженного кишечника, колоректальный рак) [5]. Китайские учёные включили в исследование 15770094 чел. (медианный возраст – 40 лет; средний ИМТ – 24,1 кг/м<sup>2</sup>, 52,8%

мужчин). По китайской классификации ИМТ 34,8 % имели избыточный вес и 14,1 % – страдали ожирением. Избыточный вес и ожирение были более распространены среди участников-мужчин, чем среди женщин (стандартизировано: избыточный вес – 40,2 % против 27,4 %; ожирение – 17,6 % против 9,6 % соответственно). Наиболее распространенными заболеваниями участников исследования с избыточным весом/ожирением были жировая болезнь печени, предиабет, дислипидемия и гипертония. Количество заболеваний увеличивалось с ростом ИМТ [6].

Ожирение чаще встречается у женщин, чем у мужчин в большинстве стран, но в некоторых странах и подгруппах населения этот разрыв более выражен. Несколько сопутствующих заболеваний, связанных с ожирением, включая диабет 2-го типа и гипертонию, демонстрируют специфичные для пола распределения. Ожирение является многофакторным состоянием со сложным взаимодействием между полом, социокультурными, экологическими и физиологическими факторами [7].

Малоподвижное поведение и физическая бездеятельность могут повышать риск ожирения. Метаанализ модели случайных эффектов был выполнен для оценки комбинированной распространенности малоподвижного образа жизни и физической неактивности и их связи с ожирением. В систематический обзор были включены двадцать три исследования с участием 638000 взрослых и пожилых людей. Метаанализ был проведен с участием 111851 чел. с ожирением. Совокупная распространенность малоподвижного образа жизни составила 31 % (95 % ДИ, 23 – 41 %), а физической неактивности – 43 % (95 % ДИ, 31 – 55 %). Были обнаружены значимые связи между ожирением и малоподвижным образом жизни (OR 1,45, 95 % ДИ, 1,21 – 1,75) и физической неактивностью (OR 1,52, 95 % ДИ, 1,23–1,87). [8].

Ожирение более распространено среди женщин и старших возрастных групп, чем среди мужчин и младших возрастных групп. Исследования показали, что ожирение «передается по наследству», где как генетические, так и экологические, и особенно социальные факторы играют важную роль. Ожирение связано с повышенным риском многих неблагоприятных медицинских, психических и социальных последствий, включая тесную связь с диабетом 2-го типа. Сахарный диабет 2-го типа и связанный с ним метаболический синдром и заболевания являются основными причинами повышенной заболеваемости и смертности, связанной с ожирением [9].

Растущая эпидемия ожирения в мире представляет собой одну из самых серьезных проблем общественного здравоохранения. Имеются некоторые признаки того, что в группах населения с высоким уровнем дохода темпы роста ожирения среди взрослых стабилизировались после 2000–2010 гг., что указывает на возможное плато. Текущие данные свидетельствуют о том, что темпы ожирения стабилизировались среди детей и подростков большинства экономически развитых стран с 2000 г., что, возможно, связано с более здоровыми привычками питания и повышением уровня физической актив-

ности. С другой стороны, наблюдается устойчивый непрерывный рост в странах с низким уровнем дохода, и всеобщая тенденция заключается в эскалации ожирения, а не в его замедлении, что в основном обусловлено резким ростом распространенности ожирения среди групп населения с низким уровнем дохода. Кроме того, все большее число стран с высоким и средним уровнем дохода в настоящее время переживают эпидемию тяжелого ожирения. Ожидается, что в группах населения с высоким уровнем дохода распространенность тяжелого ожирения удвоится с 10 до 20 % в период с 2020 г. по 2035 г., что представляет огромную угрозу для систем здравоохранения. Даже если временно стабилизируется, распространенность ожирения во всем мире остается на неприемлемо высоком уровне, и нет никаких гарантий, что текущая стабильность (если таковая имеется) сохранится надолго. [10]. Китайские учёные оценили распространенность и географическую изменчивость гипертонии, связанной с ожирением, среди взрослых в возрасте 45 лет и старше. Распространенность гипертонии, связанной с ожирением, составила 22,7 %, что составляет примерно 120 млн чел. среди взрослых в возрасте 45 лет и старше в Китае. Для людей в возрастных диапазонах 45 – 54, 55 – 64, 65 – 74 и  $\geq 75$  лет распространенность гипертонии, связанной с ожирением, составила 16,7, 24,3, 27,0 и 26,7 % соответственно, а распространенность гипертонии, связанной с ожирением, среди участников с гипертонией составила 66,0, 60,9, 54,2 и 47,3 % соответственно. По сравнению с гипертонией, не связанной с ожирением, у пациентов с гипертонией, связанной с ожирением, была более высокая распространенность сахарного диабета, дислипидемии и гиперурикемии (все  $p < 0,0001$ ). Многофакторный логистический регрессионный анализ показал, что женский пол, проживание в городской местности, сахарный диабет, дислипидемия и гиперурикемия положительно коррелируют с гипертонией, связанной с ожирением [11]. Emmerich SD с соавторами оценив распространенность ожирения у взрослых и тяжелой степени ожирения в период с августа 2021 г. по август 2023 г. по возрасту и полу, а также распространенности ожирения по уровню образования показали, что распространенность ожирения у взрослых составляла 40,3 %, без существенных различий между мужчинами и женщинами. Распространенность ожирения была выше у взрослых в возрасте 40 – 59 лет, чем в возрасте 20 – 39 лет и 60 лет и старше. Распространенность ожирения была ниже у взрослых со степенью бакалавра или выше, чем у взрослых с более низким уровнем образования [12]. Анализируя базы данных Cancer Incidence in Five Continents, американские учёные получили данные о заболеваемости 21 распространенным видом рака среди людей в возрасте 25 – 49 лет в 2000–2012 гг. в 42 странах. Девять видов рака были классифицированы Международным агентством по изучению рака как связанные с ожирением. При учете 15-летнего лага корреляция составила 0,27 (95 % доверительный интервал (ДИ) = -0,04, 0,53;  $p = 0,090$ ) для рака толстой кишки, 0,33 (95 % ДИ = 0,02, 0,58;  $p = 0,036$ ) для рака прямой

кишки, 0,39 (95 % ДИ = 0,08, 0,64;  $p = 0,018$ ) для рака поджелудочной железы и 0,22 (95 % ДИ = -0,10, 0,50;  $p = 0,173$ ) для рака почки. [13]. Проведенное исследование в Америке с 2001 по 2023 г. показало, что ожирение является фактором, способствующим возникновению гипертонии, и фактором риска неблагоприятных исходов в группах населения с гипертонией. Стандартизированная по возрасту распространенность ожирения среди населения с гипертонией в Америке увеличилась с 39,6 % в 2001 г. до 55,4 % в 2023 г. ( $p$  для тенденции  $<0,001$ ). Распространенность ожирения среди взрослых американцев с гипертонией увеличилась с 2001 по 2023 г. У мужчин увеличилась распространенность ожирения I, II и III степени. Среди женщин увеличилась распространенность только ожирения II и III степени [14]. Исследований по эпидемиологии ожирения проводится много, но для расширения наших знаний в этой области помогут работы, выполненные в другом дизайне и на других контингентах, в нашем случае на ликвидаторах радиационной аварии на ЧАЭС.

#### Материалы и методы исследования

Исследование проведено на информационной базе Отраслевого регистра лиц (ОРЧ), подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, функционирующем с 1987 г. в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

База данных ОРЧ содержит информацию о 21607 ликвидаторах последствий аварии на ЧАЭС,

собираемую из 64 учреждений здравоохранения ФМБА России.

В базе данных регистра находится информация о 951 диагнозе ожирения неуточнённого (МКБ 10; E66.9), выявленного впервые, мужчины – 750 (70,9 %), женщины – 201 (29,1 %), в группе ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России.

В структуре впервые выявленных болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ (МКБ 10; E00-E90.9) у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, мужчин, первое ранговое место занимает зоб (эндемический), связанный с йодной недостаточностью (МКБ 10; E01.2) – 14,3 %, ожирение неуточнённое (МКБ 10; E66.9) третье ранговое место – 11,2 %. У ликвидаторов женщин нетоксический диффузный зоб (МКБ 10; E04.0) занимает первое ранговое место – 11,5 %, ожирение неуточнённое (МКБ 10; E66.9) второе ранговое место – 11,2 %.

Для увеличения мощности исследования работа проведена по пятилетним циклам, с расчётом интенсивных показателей с их ошибкой. Динамика заболеваемости оценивалась по её темпу прироста.

#### Результаты исследования и их анализ

Ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989–2023 гг. как у мужчин, так и у женщин

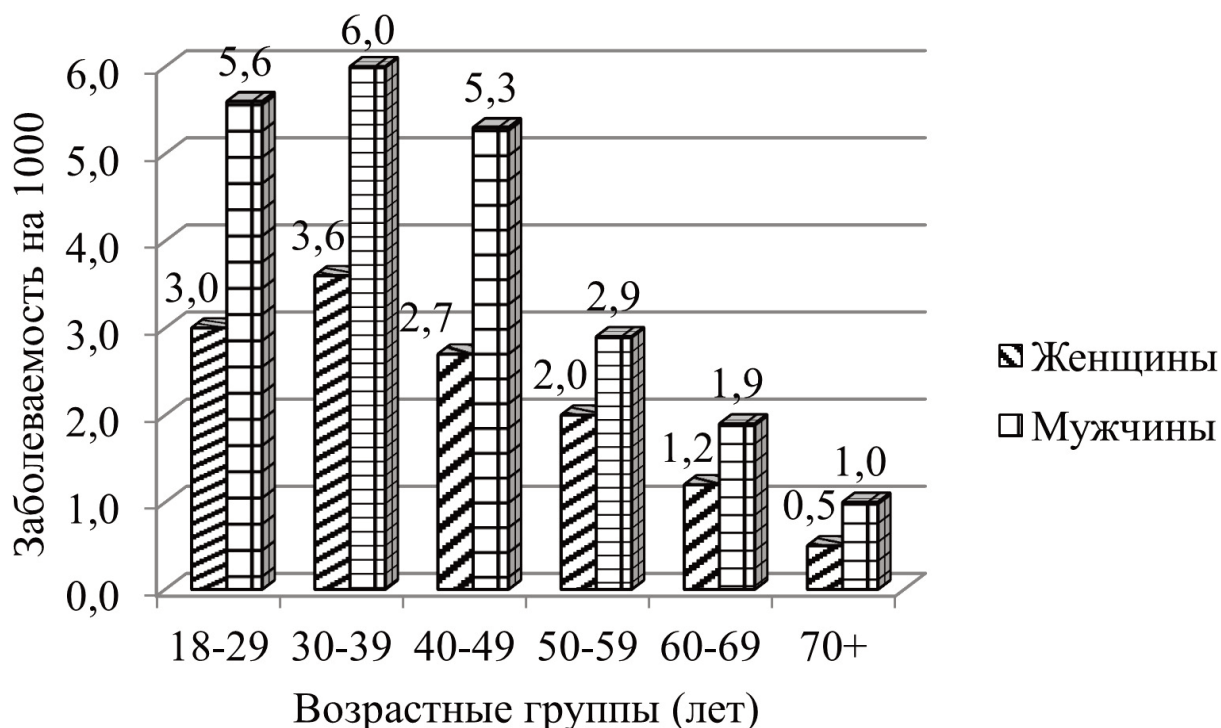


Рисунок. Распределение заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989–2023 гг., мужчин и женщин по возрастным группам

Figure. Distribution of morbidity Obesity, unspecified (ICD 10; E66.9) among liquidators of the Chernobyl disaster in 1989–2023, of men and women by age group

Таблица 1

Динамика заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на 2024 г., мужчины, темп прироста  
The dynamics of morbidity Obesity, unspecified (ICD 10; E66.9) among liquidators of the Chernobyl disaster in 1989-2023, of men, incidence rates

Возраст	1989-2023	1989-1993	1994-1998	1999-2003	2004-2008	2009-2013	2014-2018	2019-2023	Тпр.,%
Все	2,2 ± 0,1	4,5 ± 0,3	2,4 ± 0,2	1,2 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,9 ± 0,3	0,9 ± 0,2	-23,54
18-29	3,0 ± 0,7	3,1 ± 0,7	1,5 ± 1,5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	-11,91
30-39	3,6 ± 0,3	4,8 ± 0,4	2,9 ± 0,4	0,8 ± 0,4	1,5 ± 1,5	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	-17,78
40-49	2,7 ± 0,2	5,5 ± 0,6	2,7 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,4 ± 0,3	1,8 ± 0,6	1,7 ± 1,8	0,0 ± 0,0	-17,37
50-59	2,0 ± 0,2	3,5 ± 0,6	1,9 ± 0,4	1,2 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,1 ± 0,3	2,3 ± 0,5	2,1 ± 0,7	-8,61
60-69	1,2 ± 0,1	2,5 ± 1,1	1,0 ± 0,5	0,6 ± 0,3	1,0 ± 0,3	1,1 ± 0,3	2,1 ± 0,4	0,7 ± 0,2	-19,57
70+	0,5 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,3 ± 0,3	1,1 ± 0,4	0,7 ± 0,4	0,2 ± 0,2	-4,25

Таблица 2

Динамика заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на 2024 г., женщины, темп прироста  
The dynamics of morbidity Obesity, unspecified (ICD 10; E66.9) among liquidators of the Chernobyl disaster in 1989-2023, of women, incidence rates

Возраст	1989-2023	1989-1993	1994-1998	1999-2003	2004-2008	2009-2013	2014-2018	2019-2023	Тпр.,%
Все	3,2 ± 0,2	11,1 ± 1,1	1,8 ± 0,4	1,0 ± 0,3	1,8 ± 0,5	2,6 ± 0,6	2,7 ± 0,7	0,2 ± 0,2	-49,34
18-29	5,6 ± 2,1	7,2 ± 2,7	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0
30-39	6,0 ± 1,0	13,5 ± 2,4	0,5 ± 0,5	1,0 ± 1,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	-35,52
40-49	5,3 ± 0,7	16,1 ± 2,4	3,2 ± 1,0	1,5 ± 0,8	0,6 ± 0,6	1,1 ± 1,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	-35,7
50-59	2,9 ± 0,4	6,3 ± 1,5	1,4 ± 0,6	1,3 ± 0,7	1,8 ± 0,8	4,6 ± 1,5	3,4 ± 1,5	1,3 ± 1,3	-23,21
60-69	1,9 ± 0,4	2,6 ± 2,6	1,4 ± 1,0	0,4 ± 0,4	3,0 ± 1,1	2,3 ± 1,0	3,3 ± 1,3	0,6 ± 0,6	-22,6
70+	1,0 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	1,0 ± 1,1	1,5 ± 0,8	1,9 ± 0,9	0,0 ± 0,0	9,98

страдают более молодые возраста (рис. 1). Во всех возрастных группах заболеваемость этой нозологией выше у женщин, чем у мужчин. Наибольшее различие заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) между мужчинами и женщинами отмечено в возрастной группе 40 – 49 лет – коэффициент отношения составил 1,96. В табл. 1, 2 представлена динамика заболеваемости ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989 – 2023 гг., мужчин и женщин с оценкой темпа прироста.

Заболеваемость ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989 – 2023 гг. регистрировалась, в основном, в начальных циклах наблюдения. Постарение контингента определило отрицательный темп прироста как у мужчин = -23,54 %, так и у женщин = -49,34 %.

### Заключение

Исследование, выполненное на информационной базе Отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, показало, что заболеваемость ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) ликви-

даторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989 – 2023 гг. занимает главенствующие места в структуре их заболеваемости болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (МКБ 10; E00-E90) (мужчины – третье ранговое место, женщины – второе ранговое место).

Заболевания ожирением неуточнённым (МКБ 10; E66.9) у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989 – 2023 гг. чаще регистрируют в более молодых возрастах.

Постарение контингента за время наблюдения определило отрицательный темп прироста заболеваемости как у мужчин, так и у женщин.

За весь период наблюдения показано, что ожирением чаще болеют женщины-ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС за 1989 – 2023 гг. во всех возрастных группах.

В качестве рекомендации можно предложить включение разделов, посвящённых борьбе с ожирением, в рекомендации первичной и вторичной профилактики гипертонии, сахарного диабета, болезней органов пищеварения и ряда злокачественных новообразований у контингентов лиц, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ожирение – неинфекционная эпидемия XXI века // Эффективная фармакотерапия. Эндокринология. 2018. № 1. Электронный ресурс: [https://umedp.ru/articles/ozhirenie\\_neinfektsionnaya\\_epidemiya\\_xxi\\_veka.html](https://umedp.ru/articles/ozhirenie_neinfektsionnaya_epidemiya_xxi_veka.html).
2. Долгич В.Н., Комлева Н.Е., Ляпина Е.П., Мазиллов С.И., Поздняков М.В., Заикина И.В., Чехонатов А.А. Анализ динамики заболеваемости ожирением среди населения трудоспособного возраста // Здоровье Российской Федерации. 2024. Т.68. №6. С. 533-539. Doi: 10.47470/0044-197x-2024-68-6-533-539.
3. Алфёрова В.И., Мустафина С.В. Распространенность ожирения во взрослой популяции Российской Федерации (обзор литературы) // Ожирение и метаболизм. 2022. Т.19. №1. С. 96-105. Doi: <https://doi.org/10.14341/omet12809>.
4. Михайлова О.М. Сравнительный анализ динамики показателей заболеваемости ожирением населения Московской области // Здоровье Российской Федерации. 2021. Т.65. №4. С. 318-324. Doi: 10.47470/0044-197x-2021-65-4-318-324.
5. Андреев Д.Н., Кучерявый Ю.А. Ожирение как фактор риска заболеваний пищеварительной системы // Терапевтический архив. 2021. Т.93. №8. С. 954-962. Doi: 10.26442/00403660.2021.08.200983.
6. Chen K., Shen Z., Gu W., Lyu Z., Qi X., Mu Y., Ning Y. Meian Investigator Group. Prevalence of Obesity and Associated Complications in China: a cross-Sectional, Real-World Study in 15.8 Million Adults // Diabetes Obes Metab. 2023 Nov. V.25. No.11. P. 3390-3399. Doi: 10.1111/dom.15238.
7. Cooper A.J., Gupta S.R., Moustafa A.F., Chao A.M. Sex/Gender Differences in Obesity Prevalence, Comorbidities, and Treatment // Curr Obes Rep. 2021 Dec. V.10. No.4. P. 458-466. Doi: 10.1007/s13679-021-00453-x. Epub 2021 Oct 2. PMID: 34599745.
8. Silveira E.A., Mendonça C.R., Delpino F.M., Elias Souza G.V., Pereira de Souza Rosa L., de Oliveira C., Noll M. Sedentary Behavior, Physical Inactivity, Abdominal Obesity and Obesity in Adults and Older Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis // Clin Nutr ESPEN. 2022 Aug. No.50. P. 63-73. Doi: 10.1016/j.clnesp.2022.06.001.
9. Sørensen T.I.A., Martínez A.R., Jørgensen T.S.H. Epidemiology of Obesity // Handb Exp Pharmacol. 2022. No.274. P. 3-27. Doi: 10.1007/164\_2022\_581.10.
10. Koliaki C., Dalamaga M., Liatis S. Update on the Obesity Epidemic: after the Sudden Rise, Is the Upward Trajectory Beginning to Flatten? // Curr Obes Rep. 2023 Dec. V.12. No.4. P. 514-527. Doi: 10.1007/s13679-023-00527-y. Epub 2023 Oct 2. Erratum in: Curr Obes Rep. 2023 Dec;12(4):528. doi: 10.1007/s13679-023-00533-0.
11. Zhang Y., Zhang W.Q., Tang W.W., Zhang W.Y., Liu J.X., Xu R.H., Wang T.D., Huang X.B. The Prevalence of Obesity-Related Hypertension among Middle-Aged and Older Adults in China // Front Public Health. 2022 Nov 24. No.10. P. 865870. Doi: 10.3389/fpubh.2022.865870.
12. Emmerich S.D., Fryar C.D., Stierman B., Ogden C.L. Obesity and Severe Obesity Prevalence in Adults: United States, August 2021-August 2023 // NCHS Data Brief. 2024 Sep. No. 508:10.15620/cdc/159281. Doi: 10.15620/cdc/159281.
13. Chen J., Dalerba P., Terry M.B., Yang W. Global Obesity Epidemic and Rising Incidence of Early-Onset Cancers // J Glob Health. 2024 Oct 11. No.14. P. 04205. Doi: 10.7189/jogh.14.04205.
14. Tu J., Chen H., Zeng Q., Chen L., Guo Y., Chen K. Trends in Obesity Prevalence Among Adults With Hypertension in the United States, 2001 to 2023 // Hypertension. 2025 Mar. V.82. No.3. P. 498-508. Doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.124.24123.

## REFERENCES

1. Obesity is a Non-Communicable Epidemic of the 21st Century. *Effektivnaya Farmakoterapiya. Endokrinologiya* = Effective Pharmacotherapy. Endocrinology. 2018;1 (In Russ.). URL: [https://umedp.ru/articles/ozhirenie\\_neinfektsionnaya\\_epidemiya\\_xxi\\_veka.html](https://umedp.ru/articles/ozhirenie_neinfektsionnaya_epidemiya_xxi_veka.html).
2. Dolich V.N., Komleva N.Ye., Lyapina Ye.P., Mazilov S.I., Pozdnyakov M.V., Zaikina I.V., Chekhonatskiy A.A. Analysis of the Dynamics of Obesity Incidence among the Working-Age Population. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii* = Health Care of the Russian Federation. 2024;68;6:533-539 (In Russ.). Doi: 10.47470/0044-197x-2024-68-6-533-539.
3. Alforova V.I., Mustafina S.V. Prevalence of Obesity in the Adult Population of the Russian Federation (Literature Review). *Ozhireniye i Metabolizm* = Obesity and Metabolism. 2022;19;1:96-105 (In Russ.). Doi: <https://doi.org/10.14341/omet12809>.
4. Mikhailova O.M. Comparative Analysis of the Dynamics of Obesity Incidence Rates in the Moscow Region. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii* = Health Care of the Russian Federation. 2021;65;4:318-324 (In Russ.). Doi: 10.47470/0044-197x-2021-65-4-318-324.
5. Andreyev D.N., Kucheryavy Yu.A. Obesity as a Risk Factor for Diseases of the Digestive System. *Terapevticheskiy Arkhiv* = Therapeutic Archive. 2021;93;8:954-962 (In Russ.). Doi: 10.26442/00403660.2021.08.200983.
6. Chen K., Shen Z., Gu W., Lyu Z., Qi X., Mu Y., Ning Y. Meian Investigator Group. Prevalence of Obesity and Associated Complications in China: a Cross-Sectional, Real-World Study in 15.8 Million Adults. *Diabetes Obes Metab*. 2023 Nov;25;11:3390-3399. Doi: 10.1111/dom.15238.
7. Cooper A.J., Gupta S.R., Moustafa A.F., Chao A.M. Sex/Gender Differences in Obesity Prevalence, Comorbidities, and Treatment. *Curr Obes Rep*. 2021 Dec;10;4:458-466. Doi: 10.1007/s13679-021-00453-x. Epub 2021 Oct 2. PMID: 34599745.
8. Silveira E.A., Mendonça C.R., Delpino F.M., Elias Souza G.V., Pereira de Souza Rosa L., de Oliveira C., Noll M. Sedentary Behavior, Physical Inactivity, Abdominal Obesity and Obesity in Adults and Older Adults: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2022 Aug;50:63-73. Doi: 10.1016/j.clnesp.2022.06.001.
9. Sørensen T.I.A., Martínez A.R., Jørgensen T.S.H. Epidemiology of Obesity. *Handb Exp Pharmacol*. 2022;274:3-27. Doi: 10.1007/164\_2022\_581.10.
10. Koliaki C., Dalamaga M., Liatis S. Update on the Obesity Epidemic: after the Sudden Rise, Is the Upward Trajectory Beginning to Flatten? *Curr Obes Rep*. 2023 Dec;12;4:514-527. Doi: 10.1007/s13679-023-00527-y. Epub 2023 Oct 2. Erratum in: *Curr Obes Rep*. 2023 Dec;12(4):528. doi: 10.1007/s13679-023-00533-0.
11. Zhang Y., Zhang W.Q., Tang W.W., Zhang W.Y., Liu J.X., Xu R.H., Wang T.D., Huang X.B. The Prevalence of Obesity-Related Hypertension among Middle-Aged and Older Adults in China. *Front Public Health*. 2022 Nov 24;10:865870. doi: 10.3389/fpubh.2022.865870.
12. Emmerich S.D., Fryar C.D., Stierman B., Ogden C.L. Obesity and Severe Obesity Prevalence in Adults: United States, August 2021-August 2023. *NCHS Data Brief*. 2024 Sep;508:10.15620/cdc/159281. doi: 10.15620/cdc/159281.
13. Chen J., Dalerba P., Terry M.B., Yang W. Global Obesity Epidemic and Rising Incidence of Early-Onset Cancers. *J Glob Health*. 2024 Oct 11;14:04205. Doi: 10.7189/jogh.14.04205.
14. Tu J., Chen H., Zeng Q., Chen L., Guo Y., Chen K. Trends in Obesity Prevalence Among Adults With Hypertension in the United States, 2001 to 2023. *Hypertension*. 2025 Mar;82;3:498-508. Doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.124.24123.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 12.08.2025. **Принята к публикации:** 25.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 12.08.2025. **Accepted for publication:** 25.09.2025

Е.В. Липова, Ю.Г. Витвицкая, А.С. Чекмарев, И.И. Глазко

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХОЛОДНОЙ АТМОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ В ДЕРМАТОВЕНЕРОЛОГИИ И КОСМЕТОЛОГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Витвицкая Юлия Геннадьевна: vitvitsa@mail.ru

### Резюме

В статье освещены вопросы использования плазменных технологий в медицине, влияние холодной атмосферной плазмы на биохимические процессы организма через химически активные частицы и на pH биологических тканей. Большое внимание уделено одной из разновидностей ХАП - плазменной радиочастотной абляции (PRF) – новому методу, основанному на генерации энергии плазмы путем производства ионизированной энергии, которая равномерно и контролируемо нагревает ткань с помощью плазменного радиочастотного устройства, вызывая сублимацию ткани. Рассмотрены вопросы образования ХАП в различных аппаратах, показания и противопоказания к использованию данной технологии в косметологии и дерматовенерологии.

**Ключевые слова:** холодная атмосферная плазма, ионизированный газ, активная форма кислорода/ азота, плазменная радиочастотная абляция

**Для цитирования:** Липова Е.В., Витвицкая Ю.Г., Чекмарев А.С., Глазко И.И. Применение метода холодной атмосферной плазмы в дерматовенерологии и косметологии (Обзор литературы) //Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 102–107. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-102-107

E.V. Lipova, Yu.G. Vitvitskaya, A.S. Chekmarev, I.I. Glazko

## Application of the Cold Atmospheric Plasma Method in Dermatovenereology and Cosmetology (Literature Review)

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Vitvitskayav Yuliya Gennadievna: vitvitsa@mail.ru

### Abstract

The article highlights the use of plasma technologies in medicine, the influence of cold atmospheric plasma on the biochemical processes of the body through chemically active particles and on the pH of biological tissues. Much attention has been paid to one of the types of HAP - plasma radiofrequency ablation (PRF), a new method based on plasma energy generation by producing ionized energy that evenly and controllably heats tissue using a plasma radiofrequency device, causing tissue sublimation. The issues of the formation of HAP in various devices, indications and contraindications to the use of this technology in cosmetology and dermatovenereology are considered.

**Keywords:** cold atmospheric plasma, ionized gas, active oxygen/nitrogen form, plasma radiofrequency ablation

**For citation:** Lipova EV, Vitvitskaya YuG, Chekmarev AS, Glazko II. Application of the Cold Atmospheric Plasma Method in Dermatovenereology and Cosmetology (Literature Review). A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:102-107. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-102-107

В последнее десятилетие значительно возрос интерес исследователей и врачей к использованию плазменных технологий в различных отраслях медицины. Увеличивается количество исследований, посвященных воздействию холодной плазмы на ткани, формируя в области дерматовенерологии и косметологии новое направление, возникшее на стыке наук: физики и естествознания [1,2]. Учитывая востребованность использования плазменных технологий в данных областях, актуальным является обзор литературы по данной теме.

Плазма – частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. Ионизированный газ, возникает в следствие передачи энергии электромагнитного поля молекулам газа при атмосферном давлении. При необходимой силе воздействия происходит отделение электронов от молекул газа, свободные электроны ускоряются электромагнитным полем и направляются к аноду. Сталкиваясь с другими молекулами газа, электроны и ионизированные атомы могут взаимодействовать

с другими атомами, создавая каскадную реакцию и, соответственно, генерируя больше ионов и свободных электронов (ударная ионизация), что, в свою очередь, способствует образованию дополнительных молекул газа, приводя к генерации газовой плазмы при атмосферном давлении [3, 4]. Соответственно, для создания плазмы газ необходимо наполнить энергией, достаточной для ионизации. Газ можно нагревать до очень высоких температур, чтобы дать возможность внешним электронам покинуть атомы. Следует отметить, что в физическом смысле плазма является частично или полностью ионизированным газом, который называют четвертым состоянием материи. В целом, плазма является источником электромагнитного излучения, УФ-излучения и видимого света, содержит молекулы возбужденного газа, положительно и отрицательно заряженные ионы, свободные электроны, нейтральные активные формы кислорода/азота (АФК/А), свободные радикалы и фрагменты молекул, которые оказывают комплексное разнонаправленное действие. Хотя плазма состоит из заряженных частиц, в целом, она нейтральна [2, 5, 6].

Плазму можно разделить на две основные категории: тепловая и нетепловая плазма (НТП). Большая часть природной плазмы относится к горячей плазме, в которой электроны и тяжелые частицы имеют одинаковую температуру [6].

В НТП свободные электроны имеет более высокую температуру, чем ионы и молекулы газа, которые придают низкую температуру всей плазме. Учитывая, что НТП может генерироваться при атмосферном давлении, ее называют «холодная атмосферная плазма» (ХАП).

ХАП генерируется с помощью энергии, поступающей от электрического переменного или постоянного тока, радиочастот или микроволн. Ионизировать можно чистый азот, благородные газы (аргон, гелий и тд) или их смеси, а также атмосферный воздух. При взаимодействии с азотом и кислородом, составляющими воздух, возникают активные формы кислорода и азота.

Плазма влияет на биохимические процессы организма через химически активные частицы. Воздействие происходит за счет АФК/А ( $O^{\cdot-}$ ,  $OH$ ,  $O_3$ ,  $H_2O_2$ ,  $NO$  и  $NO_2$ ), ультрафиолетового излучения (УФ), заряженных частиц (положительных и отрицательных, возбужденных и метастабильных частиц). Дозы УФ обычно слишком малы, чтобы оказывать непосредственное биологическое воздействие. Учитывая отсутствие эффективных методов измерения, наши знания о влиянии возбужденных состояний и метастабильных частиц очень ограничены. Следует отметить, что на характеристики ХАП влияют напряжение и частота импульса, но большое значение имеет состояние окружающей среды и состав газа, характеристики мишени и длительность обработки. Это приводит к различиям в природе и количестве АФК/АФА, в генерируемом электрическом поле и, следовательно, в различном воздействии на обрабатываемую биологическую ткань. Поскольку холодная плазма генерирует гете-

рогенную смесь АФК/АФА, которые являются реактивными частицами, окончательное воздействие на обрабатываемые ткани будет зависеть от количества высвобожденных частиц. Было показано, что обработка ХАП вызывает окислительный стресс в кератиноцитах человека при длительном воздействии, но кратковременное воздействие на ткани вызывает стимулирующий эффект [7, 8].

Кроме того ХАП может локально повышать температуру тканей в месте воздействия в диапазоне от 10 до 200 °C градусов и выше, вызывая от локального прогрева ткани/поверхности при незначительном повышении температуры до значительного повреждения, приводящего к коагуляции или карбонизации [7, 8].

АФК необходимы для жизнеспособности и активности клеток макроорганизма. Избыточное количество АФК обладает повреждающим действием на клеточные структуры. Однако при правильном использовании ХАП вызывается эффект гормезиса (стимуляция какой-либо системы организма внешними воздействиями, имеющими силу, недостаточную для проявления вредных факторов), способствующего оказывать благоприятные воздействия на обрабатываемую биологическую ткань [7]. Адекватное количество АФК влияет на физиологические эффекты, действуя как стимуляторы пролиферации стволовых клеток [9, 10] и активаторы для иммунной системы [11, 12].

Среди реактивных форм азота (АФА) малая газообразная молекула  $NO$  обладает несколькими видами биологической активности действуя как сигнальная молекула, сосудорасширяющее средство [13], модулятор ангиогенеза [14], стимулятор иммунной системы [15] и усилитель меланогенеза [16]. Нитраты, присутствующие в поте, могут превращаться в нитриты, а затем в  $NO$  благодаря бактериальной биоте кожи или непосредственно в результате фоторазложения нитритов [18, 19]. Было показано, что  $NO$ , полученный в результате фоторазложения нитритов, защищает клетки кожи человека от перекисного окисления липидов и, таким образом, апоптоза, вызванного воздействием УФ-А [19 – 20].

Таким образом, исследователи предполагают важную роль влияния окислительного стресса на внутриклеточные реакции при воздействии на ткани «холодной плазмой». Окислительный стресс – это процесс повреждения активными формами кислорода (АФК) различных клеток и органов. Он происходит тогда, когда образование АФК в системе превышает способность системы их нейтрализовать и элиминировать. Кислород абсолютно необходим для жизни всех аэробных организмов, однако при определенных условиях он становится токсичным, особенно некоторые формы кислорода в связи с другими молекулами (свободные радикалы). В процессе адаптации к деструктивным свойствам кислорода сформировались различные защитные механизмы, включающие антиоксиданты и ферменты, обладающие антиоксидантной активностью, которые предотвращают окислительное повреждение и/или контролируют его распространение. Кроме того,

включаются механизмы устранения окислительного повреждения, направленные на репарацию, удаление или замещение поврежденных молекул [21].

Наряду с окислительным стрессом, заслуживает внимания и эффект, возникающий при воздействии «холодной плазмы» - нитрозативный стресс - образование активных форм азота (АФА) и превышение способности биологической системы их нейтрализовать и элиминировать. Нитрозативный стресс может привести к нитрозированию, и, соответственно, изменению структур различных белков, ингибированию их биологических функций. Следует помнить, что монооксид азота (NO) обладает мощнейшим бактерицидным, вирусоцидным и фунгицидным действием.

Таким образом, при воздействии ХАП происходит процесс повреждения и последующего восстановления клеток кожи, ускоренная гибель уже поврежденных клеток и появление новых молодых. Недостаточно изученной частью остается влияние активных форм кислорода и азота при плазменном воздействии на кожу. К сожалению, на сегодняшний момент прямая количественная оценка АФК/А, присутствующих в биологических системах и тканях, очень сложная или практически невозможная задача. Поэтому данный механизм воздействия и его окончательная роль в зависимости от вида плазмы и ее насыщенности (ионного состава) требует дальнейших исследований, так же разработка методов измерения концентрации и состава плазменной смеси.

Короткие обработки (1 – 3 минуты) струей плазмы на основе аргона увеличивают пролиферацию кератиноцитов базального слоя в эксплантатах интактной кожи человека. На дермальных фибробластах было выявлено, что очень короткие обработки увеличивают их пролиферацию [22, 23], в то время как обработки в течение нескольких минут оказывают токсическое действие [22, 24].

Более высокая чувствительность фибробластов к воздействию ХАП по сравнению с кератиноцитами может быть объяснена тем, что эти клетки располагаются в глубоких слоях кожи. Будучи защищенными в глубоких слоях дермы, фибробласты менее приспособлены к внешнему окислительному стрессу. В естественных условиях фибробласты кожи могут подвергаться непосредственному воздействию холодной плазмы только при ранениях. Кроме того, при лечении ран антипролиферативный эффект ХАП может быть полезен избежать антиэстетических побочных эффектов процесса заживления, таких как чрезмерное рубцевание [25].

Отмечено действие холодной плазмы на pH биологических тканей. Падение pH может быть в основном связано с кислотными частицами, происходящими из предшественника  $\text{NO}_3$ , который образует азотную ( $\text{HNO}_3$ ) и азотистую ( $\text{HNO}_2$ ) кислоты в растворе [26]. Индуцированное подкисление пропорционально времени воздействия плазмы. Благодаря этим подкисляющим свойствам процедура обработки ХАП может способствовать сохранению кожи в здоровом состоянии. Действительно, понижая pH, холодная плазма может стимулировать и ускорять

обновление кожи. Было показано, что при острой кожной ране физиологическое закисление повышает активность протеаз и стимулирует пролиферацию фибробластов [27]. В то время как pH кожи выше физиологических значений может привести к патологиям, очень кислый pH может обжечь внешние ткани органа. Во избежание химических ожогов следует тщательно контролировать воздействие ХАП на кожу.

ХАП обладает мощным бактерицидным действием [28 – 31]. Чжоу и соавт. продемонстрировали, что биоцидный эффект достигается комбинацией  $\text{H}_2\text{O}_2$  и  $\text{NO}_2^-$ . Эти две молекулы сами по себе обладают очень слабой антибактериальной активностью, а вступая в реакцию вместе, они могут образовывать пероксинитрит ( $\text{ONOO}^-$ ), нестабильный изомер  $\text{NO}_3^-$ . Пероксинитрит был описан как ключевой вид в бактериальных повреждениях, вызванных ХАП [32]. Более того, протонированная форма пероксинитрита, пероксиазотистая кислота ( $\text{ONOOH}$ ), может быть дополнительно окислена  $\text{H}_2\text{O}_2$  с образованием пероксиазотной кислоты ( $\text{O}_2\text{NOOH}$ ), более сильной бактерицидной молекулы [33].

В то время как бактерии, непосредственно подвергшиеся воздействию плазмы, могут быть довольно легко уничтожены химической атакой короткоживущих и долгоживущих АФК/А, в реальной жизни большинство этих микроорганизмов защищены биопленками. Биопленка представляет собой сложный консорциум различных микроорганизмов, растущих на субстрате. Бактерии встроены в своего рода липкую внеклеточную матрицу, состоящую из внеклеточных полимерных веществ, таких как полисахариды, липиды, белки и ДНК, которые предназначены для защиты бактерий от обезвоживания и воздействия внешней среды. Благодаря этому физическому барьеру бактерии более устойчивы к лечению антибиотиками. Испытания *in vitro* показали, что ХАП способна разрушать биопленки кожных патогенов, таких как дрожжи *Candida albicans* и золотистый стафилококк [26]. При прямой обработке ХАП биопленки подвергаются воздействию не только высоко реактивных частиц, но и интенсивного электрического поля, которое может дестабилизировать физико-химическую структуру микроорганизмов. Интересно, что способность ХАП разрушать биопленки была продемонстрирована также *in vivo* в ранах, которые уже не реагируют на обычные антибиотики [34].

ХАП может ингибировать рост анаэробных патогенов *Cutibacterium (Propionibacterium) acnes*, участвующих в воспалении жирной кожи, известном как вульгарные угри, и в других более тяжелых патологиях [35]. Было показано, что ХАП ингибирует *in vitro* рост *Malassezia limited* и *Malassezia globosa*, дрожжей, вызывающих перхоть [36]. Онихомикоз, вызываемый *Trichophyton rubrum* успешно лечили гелиевой ХАП [37]. В большинстве случаев возбудители, подобные вышеперечисленным, размножаются в глубоких придатках кожи. Уничтожение этих микроорганизмов с помощью местных аппликаций антибиотиков

часто затруднено, поскольку лекарства не проникают в глубокие слои кожи.

Ряд фундаментальных исследований и клинических испытаний показали эффективность использования плазмы для стерилизации поверхностей, хорошие результаты были получены при обработке ран, ускоряя их заживление. Использование ХАП характеризуется хорошей переносимостью и биосовместимостью. В настоящее время применение технологии «холодной плазмы» в косметологии и дерматовенерологии находятся на этапе формирования протоколов работы с тем или иным аппаратом. Проводится оценка степени повреждения ткани при воздействии плазменного факела сразу после процедуры, а также оценка отдаленных результатов воздействия на ткани, выявление которых основано на изучении гистологических изменений в тканях. При воздействии плазмы на кожу отмечается противовосудное, противомикробное, противовоспалительное, тканестимулирующее, проапоптотическое действие, а также улучшение местного кровотока. Следует отметить, что результаты различных исследований не выявили устойчивость патогенных микроорганизмов после обработки их плазмой [5].

Одной из разновидностей ХАП является плазменная радиочастотная абляция (PRF) – новый метод, состоящий из генерации энергии плазмы путем производства ионизированной энергии, которая равномерно и контролируемо нагревает ткань с помощью плазменного радиочастотного устройства, вызывая сублимацию ткани [38]. В отличие от абляционных методов лечения, таких как лазеры и традиционные радиочастоты, сублимация плазмы оставляет слой неповрежденного и высушенного эпидермиса, который действует как естественная биологическая повязка, избегая повреждения глубоких слоев кожи и способствуя лучшему заживлению. Кроме того, отсоединенные участки техники сублимации оставляют свободные колонны, которые еще больше способствуют заживлению, обеспечивая еще более быстрое восстановление и стабильные эстетические результаты [5, 39 – 41].

В результате ионизации атмосферного газа между устройством и кожей возникающая в результате плазменная искра сублимирует поверхностные слои, немедленно перенося накопленную тепловую энергию на поверхность кожи, нагреваясь контролируемым равномерным образом. Энергия PRF вызывает искры микроплазмы в воздухе между наконечником устройства и поверхностью кожи, вызывая мягкую эпидермальную абляцию и поверхностное прокалывание дермы пятном диаметром 1 мм. Мягкая эпидермальная сублимация оставляет слой неповрежденного и высушенного эпидермиса, избегая повреждения глубоких слоев кожи. В дополнение к механическому эффекту, который формирует поверхность, на которую он воздействует, отдельные пятна техники сублимации вызывают тепловой эффект, который способствует регенерации кожи и обширному ремоделированию дермальных фибробластов, включая синтез и отложение нового коллагена, также стимулируя быструю реэпителизацию.

Наконец, низкая стоимость оборудования по сравнению с лазерными устройствами обеспечивает дополнительную ценность как для оператора, так и для пациента, которые получают доступ к эффективному лечению при значительно меньших затратах по сравнению с лазерным лечением. Метод плазменной радиочастотной абляции (PRF) используется для лечения ксантелазмы пальпебрарум, полного омоложения лица и фотостарения, акне на лице и тонких линий, нехирургической блефаропластики, удаления доброкачественных поражений кожи [42, 43].

На сегодняшний день общепринятой классификации аппаратов ХАП в медицине не существует. В целом по принципу работы аппаратов сегодня можно выделить два направления плазменной медицины в дерматологии и косметологии. Разделение этих методов на самом деле достаточно условное, потому что они все основаны на принципе передачи энергии от высокоэнергетического источника в различные газы. Практически всегда эта «транспортировка» является разрядом.

Здесь мы выделим виды косметологических плазменных приборов по способу образования плазмы.

Первое: формирование плазмы внутри аппарата, образуя плазменную струю, то есть к коже доставляются миллисекундные импульсы плазмы на основе инертного газа через наконечник. Внутри наконечника генератор сверхвысоких частот (УВЧ) возбуждает инертный газ, который преобразуется в активированный ионизированный газ, называемый плазмой. Эта плазмодержащая энергия направляется через кварцевую насадку из наконечника на кожу. Подаваемая энергия производит нагревающее действие, которое воздействует на поверхность кожи, удаляя старые фотоповрежденные клетки эпидермиса, и под поверхностью кожи или дермы, стимулирует рост коллагена. В аппаратах подобного типа используют инертные газы (азот, аргон и др), которые вследствие своей инертности вытесняют с поверхности кожи кислород, участвующий в процессах окисления и горения, тем самым предупреждая риск появления ожогов и образования рубцовой ткани. Метод не требует контактного воздействия на кожу.

По данному принципу работал первый в мире плазменный аппарат – Portrait® PSR (2006), который впервые был применен с целью омоложения кожи.

Показания: шлифовка кожи, лечение ран, коагуляции сосудов. Слой эпидермиса во время процедуры повреждается и постепенно отшелушивается (неоэпителизация происходит за 5 – 7 дней), выполняя функцию защиты для нижних слоев кожи до момента своего обновления. Это сокращает риск побочных эффектов (шрамы, депигментация, попадание инфекций). Дермальный слой требует более длительного обновления, так как его поврежденные структуры медленно разрушаются и заменяются новыми коллагеном и эластином. Ремоделирование дермы длится 3 – 4 месяца.

К приборам данного типа относятся следующие аппараты:

- гелиос (Россия) используется газ гелий, аргон, азот или смесь этих газов,
- eogen (Великобритания) используется газ азот,
- PlasmaJet (Великобритания) используется газ аргон
- Плазморан (Россия) используется газ аргон
- Alfano (Россия) используется атмосферный воздух

Второе: формирование плазмы между электродом и поверхностью кожи, образуя диэлектрический барьерный разряд. В подобных аппаратах плазма образуется не в рукоятке прибора, а в воздухе, который в данном случае выступает нейтральным газом. Для подобных аппаратов не требуется наличие инертного газа в оборудовании, ионизируется обычный воздух, представляющий собой смесь атмосферных газов (кислорода, азота и тд), составляющий естественную прослойку между насадкой и поверхностью кожи. Активный электрод, имеет иглу-наконечник, через которую передается ток высокой частоты. При воздействии на кожу и при ее сопротивлении, образуется плазменная дуга, которая приводит к образованию плазмы, а также к точечному нагреву/повреждению ткани только в месте воздействия, не затрагивая окружающие клетки. Этот метод также является бесконтактным.

Показания: блефаропластика, коррекция мешков под глазами, глубоких морщин, рубцов, стрий, пигмента, лифтинг кожи, лечение акне, удаление татуажа и новообразований.

К приборам данного типа относятся следующие аппараты: Плазон (Россия), Plasma L, RFL (Россия), Plazobest (Россия).

Противопоказания к применению «холодной плазмы»:

- наличие кардиостимулятора, холтеровского монитора и других электронных имплантов;
- эпилепсия;
- психические заболевания в стадии обострения;
- беременности и лактация;
- любое хроническое заболевание, не поддающееся контролю;
- лихорадочное состояние, повышение температуры тела;
- ЛОР-патологии;
- болезни щитовидной железы (гормональный дисбаланс, новообразования, гипертрофия);
- злокачественные опухоли;
- индивидуальная непереносимость компонентов анестетика.

Таким образом, применение холодной атмосферной плазмы – новый перспективный недорогой метод с широким спектром воздействия на кожный покров человека, который может стать многообещающим средством для ухода за кожей, ее регенерации, лечения различных дерматозов, обладающий дезинфицирующим эффектом. Безусловно, воздействие ХАП на ткани требует дальнейшего изучения с целью оптимизации эффективности, контроля безопасности использования, понимания механизмов воздействия холодной плазмы на кожу, расширения показаний для использования. Данная инновационная технология открывает новые возможности в дерматологии и косметологии.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Шемшук М.И., Короткий В.Н., Серов Д.Н., Кочетков М.А., Стенько А.Г., Короткий Н.Г. Низкотемпературная атмосферная плазма в коррекции возрастных изменений кожи лица // Вестник РГМУ. 2018. №2. С. 60–66 [Shemshuk M.I., Korotkiy V.N., Serov D.N., Kochetkov M.A., Sten'ko A.G., Korotkiy N.G. Low-Temperature Atmospheric Plasma in the Correction of Age-Related Changes in Facial Skin. *Vestnik RGMU* = Bulletin of the Russian State Medical University. 2018;2:60–66 (In Russ.)]. Doi: 10.24075/vrgmu.2018.018.
2. Gerling T., Weltmann K.D. Einführung in Atmosphärendruck-Plasmaquellen für Plasmamedizinische Anwendung. Berlin Heidelberg, Plasmamedizin, Springer-Verlag, 2016.
3. Короткий В.Н. Низкотемпературная атмосферная плазма в дерматологии. Клиническая дерматология и венерология. 2017. Т.16. №5. С. 4-11 [Korotkiy V.N. Low-Temperature Atmospheric Plasma in Dermatology. *Klinicheskaya Dermatologiya i Venereologiya* = Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology. 2017;16;5:4-11 (In Russ.)].
4. Laroussi M., Kong M., Morfill G. Plasma Medicine: Application of Low-Temperature Gas Plasmas in Medicine and Biology. Ed. Stolz W. Cambridge University Press, 2012. 346 p.
5. Bernhardt T., Semmler M.L., Schäfer M., Bekeschus S., Emmert S., Voeckmann L. Plasma Medicine: Applications of Cold Atmospheric Pressure Plasma in Dermatology. *Oxid Med Cell Longev*. 2019 Sep 3;2019:3873928.
6. Heberlein J., Murphy A.B. Thermal Plasma Waste Treatment J. Phys. Appl. Phys. 2008;41;5:Article 053001.
7. Szili E.J., Harding F.J., Hong S.-H., Herrmann F., Voelcker N.H., Short R.D. The Hormesis Effect of Plasma-Elevated Intracellular ROS on HaCaT Cells. *J. Phys. Appl. Phys.* 2015;48;49: 495401
8. Wende K., Strassenburg S., Haertel B., Harms M., Holtz S., Barton A., Masur K., von Woedtke T., Lindequist U. Atmospheric Pressure Plasma Jet Treatment Evokes Transient Oxidative Stress in HaCaT Keratinocytes and Influences Cell Physiology *Cell Biol. Int.* 2014;38;4:412-425.
9. Reczek C.R., Chandel N.S. ROS-Dependent Signal Transduction *Curr. Opin. Cell Biol.* 2015;33:8-13.
10. Le Belle J.E., Orozco N.M., Paucar A.A., Saxe J.P., Mottahedeh J., Pyle A.D., Wu H., Kornblum H.I. Proliferative Neural Stem Cells Have High Endogenous ROS Levels that Regulate Self-Renewal and Neurogenesis in a PI3K/Akt-dependant Manner. *Cell Stem Cell*. 2011;8;1:59-7.
11. Chen X., Song M., Zhang B., Zhang Y. Reactive Oxygen Species Regulate T Cell Immune Response in the Tumor Microenvironment. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2016;10:1580967. Doi: 10.1155/2016/1580967.
12. Kohchi H. Inagawa T., Nishizawa G. Soma. ROS and Innate Immunity *Anticancer Res.* 2009;29;3:817-821.
13. Chen K., Pittman R.N., Popel A.S. Nitric Oxide in the Vasculature: Where Does it Come from and Where Does it go? A Quantitative Perspective *Antioxidants Redox Signal.* 2008;10;7:1185-1198.
14. Carreau C., Kieda C. Grillon Nitric Oxide Modulates the Expression of Endothelial Cell Adhesion Molecules Involved in Angiogenesis and Leukocyte Recruitment. *Exp. Cell Res.* 2011;317;1:29-41.
15. Tripathi P., Kashyap L., Singh V. The Role of Nitric Oxide in Inflammatory Reactions Pathogens and Disease. *FEMS Immunol Med Microbiol.* 2007;51;3:443-452.
16. Dong Y., Wang H., Cao J., Ren J., Fan R., He X., Smith G.W., Dong C. Nitric Oxide Enhances Melanogenesis of Alpaca Skin Melanocytes in vitro by Activating the MITF Phosphorylation. *Mol. Cell. Biochem.* 2011;352;1:255-260.
17. Weller R., Pattullo S., Smith L., Golden M., Ormerod A., Benjamin N. Nitric Oxide is Generated on the Skin Surface by Reduction of Sweat Nitrate *J. Invest. Dermatol.* 1996;107;3:327-331.
18. Paunel A.N., Dejam A., Thelen S., Kirsch M., Horstjann M., Gharini P., Mürtz M., Kelm M., de Groot H., Kolb-Bachofen V., Suschek

- C.V. Enzyme-Independent Nitric Oxide Formation during UVA Challenge of Human Skin: Characterization, Molecular Sources, and Mechanisms *Free Radic. Biol. Med.* 2005;38;5:606-615.
19. Suschek C.V., Schroeder P., Aust O., Sies H., Mahotka C., Horstjann M., Ganser H., Mürtz M., Hering P., Schnorr O., Kröncke K.-D., Kolb-Bachofen V. The Presence of Nitrite during UVA Irradiation Protects from Apoptosis. *FASEB J.* 2003 Oct 2;17;15:2342-4.
  20. Opländer W., Wetzel M.M., Cortese N., Pallua C.V. Suschek Evidence for a Physiological Role of Intracellularly Occurring Photolabile Nitrogen Oxides in Human Skin Fibroblasts. *Free Radic. Biol. Med.* 2008;44;9:1752-1761.
  21. Romano A.D., Serviddio G., de Matthaes A., Bellanti F., Vendemi-ale G. Oxidative Stress and Aging. *J. Nephrol.* 2010;23;15:S29-36. PMID 20872368.
  22. Shi X., Cai J., Xu G., Ren H., Chen S., Chang Z., Liu J., Huang C., Zhang G., Wu X. Effect of Cold Plasma on Cell Viability and Collagen Synthesis in Cultured Murine Fibroblasts. *Plasma Sci. Technol.* 2016;18;4:353-359.
  23. Dzimitrowicz A., Bielawska-Pohl P., Jamroz J. Dora, Krawczenko A.G., Busco C. Grillon, Kieda C., Klimczak A., Terefinko D., Baszczynska A., Pohl P., Ermolaeva S.A., Varfolomeev A.F., Cherenukha M.Y., Yurov D.S., Vasiliev M.M., Kaminskaya A.A., Moisenovich M.M., Romanova J.M., Murashev A.N., Selezneva I.I., Shimizu T., Sysolyatina E.V., Shaginyan I.A., Petrov O.F., Mayevsky E.I., Fortov V.E., Morfill G.E., Naroditsky B.S., Gintsburg A.L. Bactericidal Effects of Non-Thermal Argon Plasma in vitro, in Biofilms and in the Animal Model of Infected Wounds. *J. Med. Microbiol.* 2011;60;1:75-83.
  24. Bourdens M., Jeanson Y., Taurand M., Juin N., Carrière A., Clément F., Casteilla L., Bulteau A.-L., Planat-Bénard V. Short Exposure to Cold Atmospheric Plasma Induces Senescence in Human Skin Fibroblasts and Adipose Mesenchymal Stromal Cells *Sci. Rep.* 2019;9;1:8671.
  25. Balzer J., Heuer K., Demir E., Hoffmanns M.A., Baldus S., Fuchs P.C., Awakowicz P., Suschek C.V., Opländer C. Non-Thermal Dielectric Barrier Discharge (DBD) Effects on Proliferation and Differentiation of Human Fibroblasts are Primary Mediated by Hydrogen Peroxide. *PLoS One.* 2015;10;12:Article e0144968.
  26. Brisset J.-L., Benstaali B., Moussa D., Fanmoe J., Njoyim-Tamungang E., Brun P., Bernabè G., Marchiori C., Scarpa M., Zuin M., Cavazzana R., Zaniol B., Martines E. Antibacterial Efficacy and Mechanisms of Action of Low Power Atmospheric Pressure Cold Plasma: Membrane Permeability, Biofilm Penetration and Antimicrobial Sensitization. *J. Appl. Microbiol.* 2018;125;2:398-408.
  27. Schneider L.A., Korber A., Grabbe S., Dissemmond J. Influence of pH on Wound-Healing: a New Perspective for Wound-Therapy? *Arch. Dermatol. Res.* 2007;298;9:413-420.
  28. Guo J., Huang K., Wang J. Bactericidal Effect of Various Non-Thermal Plasma Agents and the Influence of Experimental Conditions in Microbial Inactivation: a Review. *Food Contr.* 2015;50:482-490.
  29. Moreau M., Orange N., Feuilloley M.G.J. Non-Thermal Plasma Technologies: New Tools for Bio-Decontamination. *Biotechnol. Adv.* 2008;26;6:610-617.
  30. Gaunt L.F., Beggs C.B., Georghiou G.E. Bactericidal Action of the Reactive Species Produced by Gas-Discharge Nonthermal Plasma at Atmospheric Pressure: a Review *IEEE Trans. Plasma Sci.* 2006;34;4:1257-1269.
  31. Laroussi M., Mendis D.A., Rosenberg M. Plasma Interaction with Microbes. *New J. Phys.* 2003;5:41.1-41.10.
  32. Zhou R., Zhou R., Prasad K., Fang Z., Speight R., Bazaka K., Ostrikov K. Cold Atmospheric Plasma Activated Water as a Prospective Disinfectant: the Crucial Role of Peroxynitrite. *Green Chem.* 2018;20;23:5276-5284.
  33. Ikawa S., Tani A., Nakashima Y., Kitano K. Physicochemical Properties of Bactericidal Plasma-Treated Water. *J. Phys. Appl. Phys.* 2016;49;42:425401.
  34. Isbary G., Shimizu T., Zimmermann J.L., Thomas H.M., Morfill G.E., Stolz Gan W., Zhang S., Poorun D., Liu D., Lu X., He M., Duan, X., Chen, H. Medical Applications of Nonthermal Atmospheric Pressure Plasma in Dermatology. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft.* 2018;16:7-13.
  35. Ali Y.H., Kim J.Y., Lee S., Lee H.S., Uhm G., Cho B.J. Park E.H., Carreau C., Kieda C., Grillon C. Nitric Oxide Modulates the Expression of Endothelial Cell Adhesion Molecules Involved in Angiogenesis and Leukocyte Recruitment. *Exp. Cell Res.* 2011;317;1:29-41.
  36. Woodland F., Osolin F., Legendre J.-Y., Vic G. Cosmetic Use of a Cold Plasma, L'oreal. France (2014) *Faseb. J.* 2003;17;15:2342-2344.
  37. Xiong Z., Roe J., Grammer T.C., Graves D.B. Plasma Treatment of Onychomycosis. *Plasma Process. Polym.* 2016;13:588-597.
  38. Baroni A., Verolino P. Plasma Radiofrequency Ablation for Scar Treatment. *J Clin Med.* 2021 Dec 27;11;1:140.
  39. Xin Y., Wen X., Jiang X. Analgesic Effect of Topical Lidocaine is Enhanced by Cold Atmospheric Plasma Pretreatment in Facial CO<sub>2</sub> Laser Treatments. *J Cosmet Dermatol.* 2021 Sep;20;9:2794-2799.
  40. Holcomb J.D., Schucker A. Helium Plasma Skin Regeneration: Evaluation of Skin Tissue Effects in a Porcine Model and Comparison to Nitrogen Plasma Skin Regeneration. *Lasers Surg Med.* 2020 Jan;52;1:23-32.
  41. Busco G., Robert E., Chettouh-Hammas N., Pouvesle J.M., Grillon C. The Emerging Potential of Cold Atmospheric Plasma in Skin Biology. *Free Radic Biol Med.* 2020 Dec;161:290-304.
  42. Baroni A. Non-Surgical Blepharoplasty with the Novel Plasma Radiofrequency Ablation Technology. *Skin Res. Technol.* 2020;26:121-124.
  43. Di Brizzi E.V., Russo T., Agozzino M., Argenziano G., Giorgio C.M., Calabrese G., Alfano R., Baroni A. Plasma Radiofrequency Ablation for Treatment of Benign Skin Lesions: Clinical and Reflectance Confocal Microscopy Outcomes. *Skin Res. Technol.* 2019;25:773-776.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 12.08.2025. **Принята к публикации:** 25.09.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 12.08.2025. **Accepted for publication:** 25.09.2025

## НАШ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕЗИВНОГО ВИСКОЭЛАСТИКА ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПРОХОДИМОСТИ СЛЕЗООТВОДЯЩИХ ПУТЕЙ

<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва

<sup>3</sup>ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова, Москва

<sup>4</sup>Ильинская больница, Центр хирургии головы и шеи, Московская область, г.о. Красногорск

Контактное лицо: Майданова Анастасия Александровна: amaydanova@yandex.ru

### Резюме

Реканализация слезоотводящих путей (СОП) – это малотравматичное хирургическое вмешательство, направленное на восстановление их проходимости. Однако необходимость использовать лагримальный имплантат (ЛИ) в ходе вмешательства сопряжена с рядом возможных интра- и послеоперационных осложнений.

**Цель:** целью исследования является разработка модификации проведения реканализации СОП у пациентов с полной приобретенной обструкцией носослезного протока, в ходе которой не требуется последующая установка силиконового ЛИ для поддержания проходимости СОП в послеоперационном периоде.

**Материал и методы:** в исследование вошли 5 пациентов (5 случаев) с первичной постсаккальной облитерацией носослезного протока, которым было проведено комплексное лечение по предложенной нами методике, направленное на восстановление проходимости СОП. Срок послеоперационного наблюдения составил 6 мес. Оценку анатомических и функциональных результатов проводили как по субъективным (определение выраженности слезотечения по шкале Munk), так и по объективным критериям (проведение проб с флуоресцеином, промывание СОП, проведение риноэндоскопии).

**Результаты:** во всех случаях достигнута анатомическая и функциональная проходимость СОП. В ходе исследования не отмечено наличие интра- и послеоперационных осложнений.

**Выводы:** с целью уменьшения вероятности осложнений, связанных с установкой и нахождением ЛИ в просвете СОП, при проведении реканализации возможно последующее введение вискоэластика в качестве альтернативы силиконовому ЛИ.

**Ключевые слова:** слезоотводящие пути, реканализация, вискоэластик

**Для цитирования:** Галкина Т.А., Майданова А.А., Сурнина З.В., Нерсесян М.В., Попадюк В.И. Наш опыт применения когезивного вискоэластика для поддержания проходимости слезоотводящих путей // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 108–114. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-108-114

## Use of Cohesive Viscoelastic to Maintain the Patency of the Lacrimal Ducts: Our Experience

<sup>1</sup>International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow

<sup>3</sup>FGBNU Research Institute of Eye Diseases named after. M.M. Krasnova, Moscow

<sup>4</sup>Ilyinskaya Hospital, Center for Head and Neck Surgery, Moscow region, g.o. Krasnogorsk

Contact person: Maydanova Anastasiya Aleksandrovna: amaydanova@yandex.ru

### Abstract

Recanalization of the lacrimal ducts (LD) is a low-trauma surgical intervention aimed at restoring their patency. However, the need to use a lacrimal stents (LS) during the intervention is associated with a number of possible intra- and postoperative complications. **Purpose:** the aim of the study is to develop a modification of the recanalization of the nasolacrimal duct in patients with complete acquired obstruction of the nasolacrimal duct, during which subsequent installation of a silicone LS is not required to maintain patency of the nasolacrimal duct in the postoperative period.

**Material and methods:** the study included 5 patients (5 cases) with primary postsaccal obliteration of the nasolacrimal duct, who underwent complex treatment according to our proposed method, aimed at restoring the patency of the nasolacrimal duct. The postoperative observation period was 6 months. The anatomical and functional results were assessed using both subjective (determination of the severity of lacrimation according to the Munk scale) and objective criteria (tests with fluorescein, rinsing the nasolacrimal duct, performing rhinoendoscopy).

**Results:** in all cases, anatomical and functional patency of the LD was achieved. No intra- or postoperative complications were noted during the study.

**Conclusion:** in order to reduce the likelihood of complications associated with the insertion and placement of the LS in the lumen of the LD, during recanalization, subsequent introduction of viscoelastic is possible as an alternative to the silicone LS.

**Keywords:** *lacrimal drainage system, recanalization, viscoelastic*

**For citation:** Galkina TA, Maydanova AA, Surnina ZV, Nersesyan MV, Popadyuk VI. Use of Cohesive Viscoelastic to Maintain the Patency of the Lacrimal Ducts: Our Experience. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:108-114. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-108-114

### Введение

Реканализация слезоотводящих путей (СОП) – это малотравматичное хирургическое вмешательство, направленное на восстановление их проходимости.

Оно подразумевает инструментальное, в том числе с возможным использованием дакриоэндоскопического оборудования и методики баллонной дакриопластики, устранение нарушений проходимости с последующим временным стентированием различными видами лакримальных имплантатов (ЛИ) [1].

### Цель

Разработать модификацию методики проведения реканализации СОП у пациентов с полной приобретенной обструкцией носослезного протока, не требующей последующей установки силиконового ЛИ.

### Материал и методы

Под нашим наблюдением находились 5 пациентов (5 случаев), с полной приобретенной обструкцией носослезного протока. Из них 4 женщины (4 случая), 1 мужчина (1 случай). Возраст составил от 22 до 58 лет (средний возраст  $45,6 \pm 5,6$ ) лет.

Первоначально всем пациентам было проведено комплексное обследование оториноларингологом и офтальмологом. Субъективная оценка выраженности эпифоры выполнена с использованием балльной шкалы по R. Munk [2]. Проводили диагностические тесты с 2 % раствором флуоресцеина: проба по Norn, dye disappearance test (DDT, или канальцевая проба), по Jones I (или носовая проба) и Jones II (промывание СОП после инстилляции красителя). Также всем пациентам выполняли диагностическое эндоскопическое исследование полости носа и носоглотки. Для объективной оценки состояния СОП, структур полости носа и придаточных пазух проводили мультиспиральную компьютерную томографию с контрастированием СОП.

Критериями исключения являлись наличие острого или обострение хронического воспалительного процесса на момент проведения хирургического вмешательства, а также в послеоперационном периоде. Исключали пациентов, у которых до или после проведенного хирургического вмешательства выявляли наличие нарушений проходимости структур горизонтального отдела СОП, или имелась гиперпродукция слезы. Также в исследование не вошли пациенты с наличием сопутствующих патологических состояний полости носа и околоносовых пазух (ОНП), наличием флегмоны слезного мешка в анамнезе или предшествующих ранее хирургических вмешательств по восстановлению проходимости СОП. Критерием исключения являлось

подозрение на дакриолитиаз. При неявке на осмотры в рекомендованные сроки пациенты также были исключены из исследования.

В ходе хирургического вмешательства всем пациентам было проведено зондирование СОП с помощью лакримальных зондов по Ritleng под контролем эндоскопической техники. Медиализировали нижнюю носовую раковину, после чего визуализировали конец зонда в области устья носослезного протока. После того, как хирург убедился, что зонд находится в просвете протока, а не прошел в толще его стенки в процессе зондирования, зонд извлекали и промывали СОП антеградно с раствором дексаметазона 0,1% с целью оценки их проходимости и удаления возможного отделяемого из их просвета, а также осуществления топического противовоспалительного эффекта. Далее устье НСП под контролем эндоскопа герметично тампонировали фрагментом гемостатической губки из желатина (99,3 %) и лаурилсульфата натрия (0,7 %), которой придавали коническую форму. После чего в просвет СОП антеградно с помощью лакримальной канюли вводили раствор гиалуроната натрия 1,6 % до момента регургитации через противоположный слезный каналец.

Осмотры в послеоперационном периоде проводили на 3 и 7 сутки, а также еженедельно в последующем, до 12 недель после вмешательства. При этом через 7 суток амбулаторно под эндоскопическим контролем проводили удаление остатков гемостатической губки из области нижнего носового хода и туалет полости носа. Затем промывали СОП с раствором дексаметазона 0,1 % с целью удаления раствора вискоэластика из просвета СОП. Повторно тампонировали область нижнего носового хода биодеградируемой губкой, и затем снова вводили вискоэластик антеградно с помощью лакримальной канюли. Аналогично процедуру проводили с интервалом 7 дней на протяжении от 6 до 12 недель, до стихания реактивных явлений.

Эффективность проведенного лечения оценивали анатомически и функционально через 6 месяцев после операции по следующим критериям:

1. Клиническая субъективная оценка пациентом выраженности эпифоры по шкале R.Munk [2];
2. Функциональная объективная оценка состояния СОП с помощью канальцевой (проба с исчезновением красителя – Dye Disappearance test, DDT) и носовой (проба по Jones I) проб с флуоресцеином, промывания СОП.

В зависимости от полученных результатов было выделено 3 варианта исхода проведенного лечения:

«Выздоровление» – жалобы на выраженность эпифоры по шкале Munk – 0 баллов (отсутствие слезотечения на улице и в помещении); свободная проходимость СОП при промывании, количество



Рис. 1. Выраженность эпифоры по шкале Munk до проведенного лечения и через 6 месяцев после него.

Fig. 1. Severity of epiphora according to the Munk scale before treatment and 6 months after it.

баллов по СОПД от 0 до 1 (положительная функциональная проба с флуоресцеином, положительная носовая проба;

«Улучшение» - наличие пассивной проходимости СОП при недостаточной функциональной эффективности вмешательства, а именно: сохранение жалоб на выраженность эпифоры по шкале Munk до 4 баллов; наличие пассивной проходимости СОП при ирригации с явлениями регургитации через противоположную слезную точку, положительная или замедленная носовая проба;

«Рецидив» – по одному или нескольким критериям: жалобы на выраженность эпифоры по шкале Munk – 3 – 4 балла (слезотечение на улице и в помещении); отрицательные пробы с флуоресцеином; наличие пассивной проходимости СОП при ирригации с явлениями регургитации через противоположную слезную точку или полное отсутствие проходимости СОП при промывании; отрицательная носовая проба. Также возможно возникновение жалоб на наличие отделяемого из СОП.



Рис. 2. Результаты пробы с исчезновением красителя до проведенного лечения и через 6 месяцев после него. Указано время (мин), за которое полностью дренируется инстиллированный в конъюнктивальную полость 2 % раствор флуоресцеина. В норме это составляет менее 5 минут

Fig. 2. Results of the dye disappearance test before and 6 months after treatment. The time (min) required for a 2 % fluorescein solution instilled into the conjunctival cavity to completely drain is indicated. Normally, this is less than 5 minutes

Расценивали «выздоровление и «улучшение» как положительный исход вмешательства, а «рецидив» как отрицательный. Был проведен анализ эффективности проведенного лечения, полученные результаты были занесены в базу данных с последующим проведением статистической обработки полученной информации.

### Результаты и обсуждение

Выраженность эпифоры по шкале Munk до и после проведенного лечения представлена в виде диаграммы на рис. 1.

Результаты канальцевой пробы (проба с исчезновением красителя – Dye Disappearance test, DDT) до и после проведенного лечения представлена в виде диаграммы на рис. 2.

Проба по Jones I (носовая проба), объективно отражающая функциональные результаты, у всех пациентов до проведенного лечения была отрицательной, что подтверждало наличие непроходимости СОП. У всех пациентов через 6 месяцев проба была положительной. Таким образом, во всех случаях проходимость СОП была восстановлена. Время, за которое раствор визуализировался в области устья носослезного протока (НСП) после через 6 месяцев после проведенного лечения, представлено в виде диаграммы на рис. 3.

Интраоперационные осложнения, а также осложнения в послеоперационном периоде отсутствовали во всех 5 случаях. Этапы хирургического вмешательства, а также течение послеоперационного периода проиллюстрированы (рис. 4-8).

Эффективность проведенного хирургического лечения представлена в таблице.

Таким образом, эффективность предложенного способа составила 100 % (5 из 5 случаев) положительных исходов.

Главным преимуществом реканализации СОП является его минимальная инвазивность, что в большинстве случаев позволяет избежать более травматичных операций [1,3]. Немаловажный фактор – возможность проведения такой процедуры в условиях амбулаторной операционной, а также более

Результаты пробы по Jones I (время в мин) через 6 мес. после операции

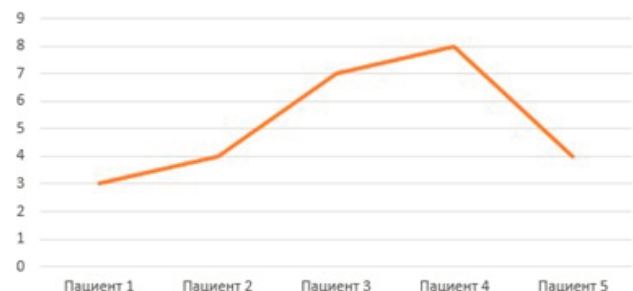


Рис. 3. Результаты носовой пробы через 6 месяцев проведенного лечения

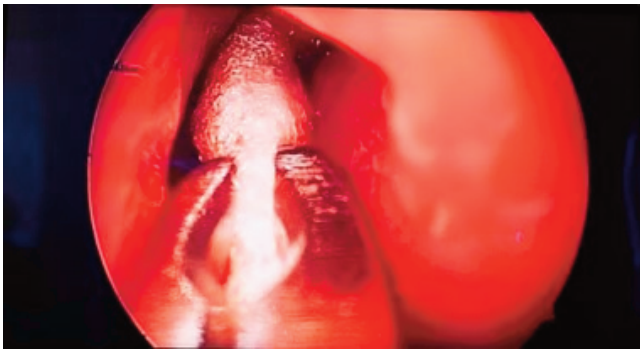
Fig. 3. Results of the nasal test (Jones I) after 6 months of treatment



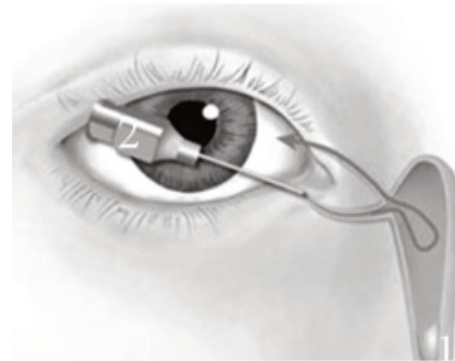
*Рис. 4.* Зондирование вертикального отдела слезоотводящих путей  
*Fig. 4.* Probing of the vertical part of the lacrimal ducts



*Рис. 6.* Антеградное введение когезивного вискоэластика в просвет СОП через нижний слезный каналец  
*Fig. 6.* Antegrade injection of cohesive viscoelastic into the lumen of the lacrimal canal through the inferior lacrimal canaliculus



*Рис. 5.* Риноэндоскопия в ходе оперативного вмешательства, эндоскоп 0 градусов. Нижний носовой ход справа. Этап тампонады устья НСП биodeградируемой губкой  
*Fig. 5.* Rhinoendoscopy during surgery, 0-degree endoscope. Right inferior nasal meatus. Tamponade of the nasolacrimal duct with a biodegradable sponge



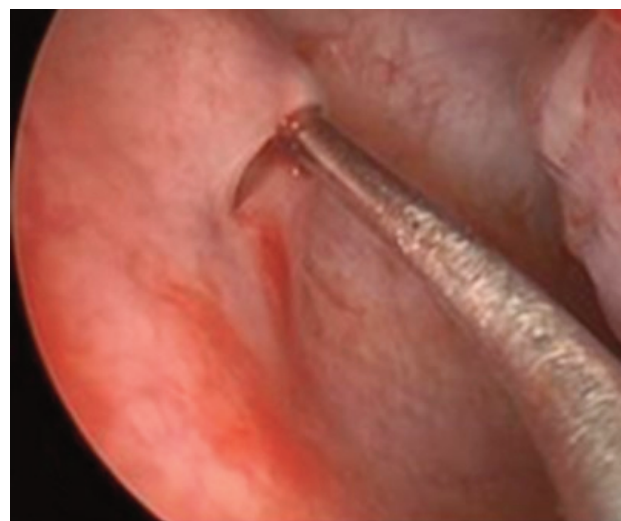
*Рис. 7.* Схема введения вискоэластика через нижний слезный каналец. Цифрой 1 обозначена биodeградируемая губка в области устья НСП, цифрой 2 – лакримальная канюля  
*Fig. 7.* Schematic diagram of viscoelastic injection through the inferior lacrimal canal. Number 1 - the biodegradable sponge at the mouth of the inferior lacrimal canal, number 2 - the lacrimal cannula

#### Таблица

#### Эффективность проведенного хирургического лечения через 6 мес The effectiveness of surgical treatment after 6 months

Эффективность, n (%)			Позитивный результат, %
выздоровление	улучшение	рецидив	
3 (60%)	2 (40%)	0	100%

быстрое, по сравнению с дакриоцисториностомией, стихание послеоперационных реактивных явлений в послеоперационном периоде [2]. Однако результативность вмешательства, по данным литературных источников, составляет от 51 до 93 % [4]. Такой разброс показателей можно объяснить несколькими факторами, в том числе возможностью непреднамеренной травматизации слизистой оболочки структур ВО СОП, вплоть до формирования «ложных ходов», что, по данным некоторых авторов, происходит приблизительно в четверти случаев [4]. Интраоперационная травматизация тканей в долгосрочной перспективе способствует формиро-



*Рис. 8.* Риноэндоскопия нижнего носового хода через 6 мес. после вмешательства. Пуговчатый зонд введен в устье НСП  
*Fig. 8.* Rhinoendoscopy of the inferior nasal meatus 6 months after the procedure. The probe is inserted into the orifice of the ostium of NLD

ванию фиброзных изменений и возможной хронизации процесса. В случаях десквамации эпителиальной выстилки просвета СОП последующее нахождение ЛИ в просвете может препятствовать развитию этих осложнений, при формировании «ложного хода» этот фактор не окажет существенного влияния на результативность вмешательства. В целом, необходимость использовать ЛИ в ходе вмешательства сопряжена с рядом возможных интра- и послеоперационных осложнений. К ним относится формирование грануляционной ткани как в области окулярного, так и назального сегмента ЛИ, а также развитие токсико-аллергических реакций на интубационный материал [4]. В случаях биканаликулярной интубации, когда имеется межпальпебральная дуга ЛИ, возможно развитие различных повреждений роговицы (эрозии, язвы), бульбарной и тарзальной конъюнктивы (конъюнктивиты, прогрессирование птеригиума), повреждение слезных канальцев («прорезывание» (cheese wiring), каналикулиты), структур век (эктропион или рубцовый эктропион в послеоперационном периоде, эверсия слезной точки).

Нахождение назального сегмента ЛИ в полости носа приводит к раздражению и травматизации слизистой оболочки, в том числе в редких случаях приводя к возникновению эпизодов носовым кровотечениям, локальному нарушению дренирования назального секрета. Вследствие длительного нахождения в просвете СОП может происходить бактериальная колонизация поверхности ЛИ с последующим формированием биопленок. Это способствует поддержанию воспалительного процесса и в редких случаях может привести к его переходу на окружающие СОП структуры.

Интраоперационно стентирование пролонгирует время оперативного вмешательства и значительно увеличивает его стоимость. Нередко в послеоперационном периоде происходит миграция, дислокация или выпадение ЛИ. При этом репозиция дислоцированного ЛИ сопряжена с рядом трудностей для хирурга и дискомфортом для пациента. К специфическим для реканализаций осложнениям относят невозможность извлечения ЛИ или его фрагментов из просвета СОП вследствие его дислокации или в ходе некорректно проведенной процедуры удаления, а также при их ущемлении фрагментов ЛИ рубцовыми тканями.

Известен способ, позволяющий избежать ряда осложнений, связанных с наличием межпальпебральной дуги ЛИ [5]. Он заключается в проведении моноканаликулярной интубации СОП, в том числе двумя моноканаликулярными ЛИ при нарушении проходимости обоих слезных канальцев (СК). Возможно, не интубировать интактный СК, что также является преимуществом данного подхода. Основным недостатком способа является необходимость интубации СОП и, соответственно, возможное развитие ассоциированных с этим осложнений. Помимо этого, конструкция таких ЛИ подразумевает наличие «шляпки», с помощью которой устройство фиксируется в слезном канальце, что затрудняет введение лекарственных препаратов через соответ-

ствующий каналец СОП вдоль ЛИ в послеоперационном периоде при необходимости проведения такой процедуры.

Избежать этих осложнений возможно при альтернативном использовании материала, позволяющего поддерживать просвет СОП после проведенного хирургического лечения. Такому требованию отвечают широко применяемые в офтальмологической практике когезивные вискоэластические препараты, которые одновременно обладают физическими свойствами твердых тел и гелей и обладают высокой вязкостью и эластичностью.

По сравнению с адгезивными вискоэластиками, они имеют более плотную консистенцию, за счет чего лучше поддерживают объем полости, в которую их вводят, дольше сохраняют форму и при вымывании отходят единым конгломератом.

Раствор натрия гиалуроната 1,6 % представляет собой биоинертную прозрачную жидкость с дисперсивными характеристиками, осмолярность которой близка к таковому показателю внутриглазной жидкости. Препарат не препятствует естественному процессу заживления раны [6]. В офтальмохирургии препарат применяется в ходе вмешательств на структурах переднего и заднего отрезка глазного яблока, в частности в ходе проведения факэмульсификации, при проведении витреоретинальных операций, трансплантации роговицы.

В литературных источниках имеются немногочисленные сообщения о применении вискоэластиков в ходе различных хирургических вмешательств на структурах СОП, в том числе для поддержания просвета структур ВО СОП и создания объемной полости. Так, Baddeley и соавт. вводили препарат гиалуроната натрия интраоперационно при выполнении дакриоцистэктомии с целью облегчения идентификации слезного мешка и улучшения его отсепаровки от окружающих тканей [7].

Известна методика введения в СОП раствора гиалуроната натрия антеградно пациентам с риногенной эпифорой, при сохранной пассивной проходимости структур СОП [8]. Процедуру осуществляют однократно в течение первых суток после хирургической коррекции ринопатологии с целью улучшения дренажного эффекта, а также для профилактики рубцовых изменений СОП в раннем послеоперационном периоде. Авторы отмечают субъективную положительную динамику относительно выраженности эпифоры у всех пациентов, которым было проведено такое вмешательство. Однако в исследуемых случаях структуры ВО СОП были анатомически проходимы до проведения хирургического вмешательства, этиология эпифоры предварительно не была установлена, имелась малая выборка (15 случаев в каждой из исследуемых групп), что затрудняет объективную интерпретацию результатов данной работы.

Ближайшим аналогом предлагаемого изобретения является способ, заключающийся во введении раствора гиалуроната натрия интраоперационно пациентам с непроходимостью

устья НСП вне зависимости от патогенеза данного состояния с целью облегчения идентификации устья [9]. При этом раствор вводят антеградно, что позволяет избежать последующего зондирования структур ВО СОП и под эндоскопическим контролем со стороны нижнего носового хода точно определить локализацию структур клапана Гаснера по зоне максимального пролабирования слизистой оболочки. Идентифицировав нужную область, инструментально достигают проходимости устья носослезного протока. Основным недостатком способа является отсутствие профилактических мероприятий по предотвращению фибротизации травмированных в ходе ретроградного зондирования СОП тканей в позднем послеоперационном периоде. Помимо этого, способ применим только в случаях локализации нарушений проходимости ВО СОП на уровне устья НСП.

Предложенный нами способ позволяет устранить недостатки ближайшего аналога в виде кратковременного срока нахождения вискоэластика в просвете СОП за счет проведения тампонады нижнего носового хода, а также позволяет избежать формирования синехий в области устья НСП. Кроме того, предлагаемый способ подразумевает длительное динамическое наблюдение и проведение манипуляций в послеоперационном периоде, что способствует благоприятному его течению, а также своевременному выявлению возможных осложнений и их коррекции в максимально ранние сроки. Он применим при различных видах нарушений проходимости на любом уровне ВО СОП, когда технически возможно провести процедуру реканализации и отсутствуют показания для более объемного хирургического лечения. Отсутствие необходимости интубации СОП после реканализации позволяет избежать ряда осложнений, связан-

ных непосредственно с процедурой установки ЛИ, а также с последующим его нахождением в просвете СОП. Введение вискоэластического препарата позволяет поддерживать просвет СОП после реканализации, препятствует адгезии потенциально травмированных в ходе процедуры эпителиальных поверхностей. Даже при формировании «ложных ходов» в ходе проведения инструментов через структуры ВО СОП нахождение вискоэластика будет препятствовать развитию вторичных фибротических изменений в послеоперационном периоде. Нахождение гемостатической губки в области устья НСП, помимо обтурирующего эффекта, также является профилактикой рубцовых процессов в послеоперационном периоде. Наконец, регулярная ревизия послеоперационной области с топической обработкой СОП стероидными препаратами и заменой вискоэластического раствора в просвете СОП позволяет добиться комплексного стойкого клинического эффекта, а также предупредить и профилактировать осложнения воспалительного характера в послеоперационном периоде, в частности ассоциированные с присоединением вторичной бактериальной инфекции.

### Выводы

Продемонстрировано, что введение вискоэластика после процедуры зондирования структур ВО СОП с целью поддержания их проходимости в качестве альтернативы интубации силиконовыми ЛИ (патент на изобретение RU 2 840 706 С1 от 13.06.2024 г.) позволяет добиться хороших функциональных результатов, при этом избежать возможных интра- и послеоперационных осложнений, связанных с интубацией. Однако, учитывая малое количество наблюдений, необходимо дальнейшее планирование исследования на более крупной выборке.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Javate R.M.* Optimizing Clinical Outcomes for Endoscopic Lacrimal Duct Recanalization in Patients with Complete PANDO // *Int Ophthalmol.* 2023 Jan. V.43. No.1. P. 175-184. Doi: 10.1007/s10792-022-02414-2.
2. *Dave T.V., Ali M.J.* Intubation in Lacrimal Surgery. Devices and Techniques // *Principles and Practice of Lacrimal Surgery.* Singapore: Springer, 2018. P. 405–418.
3. *Munk P.L., Lin D.T., Morris D.C.* Epiphora: Treatment by Means of Dacryocystoplasty with Balloon Dilation of the Nasolacrimal Drainage Apparatus // *Radiology.* 1990. V.177. No.3. P. 687-690. Doi: 10.1148/radiology.177.3.2243969.
4. *Ali M.J., Paulsen F.* Human Lacrimal Drainage System Reconstruction, Recanalization, and Regeneration // *Curr Eye Res.* 2020 Mar. V.45. No.3. P. 241-252. Doi: 10.1080/02713683.2019.1580376. Epub 2019 Feb 22. PMID: 30793623.
5. *Атькова Е.Л.* Системный подход к диагностике и лечению дакриостеноза: Дис. ... д-ра мед. наук. М.: НИИ глазных болезней, 2019. 384 с.
6. *Атькова Е.Л., Краховецкий Н.Н., Ярцев В.Д.* Модифицированный способ интубации дакриостомы при эндоскопической эндоназальной дакриоцисториностомии // *Офтальмологические ведомости.* 2015. Т.8. №4. С. 16-23.
7. Инструкция по применению медицинского изделия Вископротектор Когевикс® по ТУ 32.50.50-011-64260974-2018.
8. *Baddeley P.A., Lewis G.D., Lane C.M.* A Novel Technique to Facilitate Dacryocystectomy Using Viscoelastic Substances // *Orbit.* 2011 Jun. V.30. No.3. P. 158-9. Doi: 10.3109/01676830.2011.556304. PMID: 21574806.
9. *Белдовская Н.Ю., Карпищенко С.А., Шавгулидзе М.А., Фарикова Э.Э.* Первый опыт применения дренажного имплантата для устранения эпифоры у пациентов с риногенной патологией // *Офтальмологические ведомости.* 2018. Т.11. №2. С. 69–73. Doi: 10.17816/OV11269-73.
10. *Атькова Е.А., Ярцев В.Д.* Способ зондирования слезоотводящих путей при непроходимости устья носослезного протока: Патент RU 2760995 С1, 30.04.2021 г. М., 2021.

## REFERENCES

1. Javate R.M. Optimizing Clinical Outcomes for Endoscopic Lacrimal Duct Recanalization in Patients with Complete PANDO. *Int Ophthalmol.* 2023 Jan;43;1:175-184. Doi: 10.1007/s10792-022-02414-2.
2. Dave T.V., Ali M.J. Intubation in Lacrimal Surgery. Devices and Techniques. Principles and Practice of Lacrimal Surgery. Singapore, Springer, 2018. P. 405–418.
3. Munk P.L., Lin D.T., Morris D.C. Epiphora: Treatment by Means of Dacryocystoplasty with Balloon Dilatation of the Nasolacrimal Drainage Apparatus. *Radiology.* 1990;177;3:687-690. Doi: 10.1148/radiology.177.3.2243969.
4. Ali M.J., Paulsen F. Human Lacrimal Drainage System Reconstruction, Recanalization, and Regeneration. *Curr Eye Res.* 2020 Mar;45;3:241-252. Doi: 10.1080/02713683.2019.1580376. Epub 2019 Feb 22. PMID: 30793623.
5. At'kova Ye.L. *Sistemnyy Podkhod k Diagnostike i Lecheniyu Dakriostenoz = A Systems Approach to the Diagnosis and Treatment of Dacryostenosis.* Doctor's Thesis (Med). Moscow, Nauchn-Issledovatel'skiy Institut Glaznykh Bolezney Publ., 2019. 384 p. (In Russ.).
6. At'kova Ye.L., Krakhovetskiy N.N., Yartsev V.D. Modified Method of Dacryostomy Intubation during Endoscopic Endonasal Dacryocystorhinostomy. *Oftal'mologicheskiye Vedomosti = Ophthalmology Reports.* 2015;8;4:16-23 (In Russ.).
7. Instructions for Use of the Medical Product Viscoprotector Co-gevisc®. TU 32.50.50-011-64260974-2018 (In Russ.).
8. Baddeley P.A., Lewis G.D., Lane C.M. A Novel Technique to Facilitate Dacryocystectomy Using Viscoelastic Substances. *Orbit.* 2011 Jun;30;3:158-9. Doi: 10.3109/01676830.2011.556304. PMID: 21574806.
9. Beldovskaya N.Yu., Karpishchenko S.A., Shavgulidze M.A., Farikova E.E. The First Experience of Using a Drainage Implant to Eliminate Epiphora in Patients with Rhinogenous Pathology. *Oftal'mologicheskiye Vedomosti = Ophthalmology Reports.* 2018;11;2:69–73 (In Russ.). Doi: 10.17816/OV11269-73.
10. At'kova Ye.A., Yartsev V.D. *Sposob Zondirovaniya Slezootvodyashchikh Putey pri Neprokhodimosti Ust'ya Nososleznogo Protoka = Method for Probing the Lacrimal Ducts in Case of Obstruction of the Nasolacrimal Duct Orifice.* Patent RU 2760995 C1, April 30, 2021. Moscow Publ., 2021 (In Russ.).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 22.08.2025. Принята к публикации: 05.10.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 22.08.2025. Accepted for publication: 05.10.2025

# КНИЖНАЯ ПОЛКА



Царанов К.Н.

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА КЛИМАТ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПАЦИЕНТОВ



МОНОГРАФИЯ

Москва, 2025

УДК 614.39  
ББК 67.401.124  
ЦДБ

Царанов К.Н.

Современный взгляд на климат безопасности пациентов. — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025. — 174 с.

Автор:

К.Н. Царанов — кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом медико-социальной экспертизы МБУ ИНО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, доцент кафедры государственного управления и кадровой политики ГАОУ ВПО «Московский городской университет управления Правительства Москвы имени Ю.М. Лужкова»

Рецензенты:

Д.Ю. Каримова — доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом медико-социальной экспертизы Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

А.Л. Линденбратен — доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры общественного здоровья, экономики, управления и цифровизации здравоохранения, медицинского права и медицинской экспертизы ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

ISBN 978-5-93064-390-9

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025

[https://fmbafmbc.ru/upload/iblock/d4e/m5caonx3s63nwxix2ie2oizxbnu33vzk/24\\_1\\_2025\\_Broshyura\\_Sovremennyy-vzglyad-na-klimat-bezopasnosti-patsientov.pdf](https://fmbafmbc.ru/upload/iblock/d4e/m5caonx3s63nwxix2ie2oizxbnu33vzk/24_1_2025_Broshyura_Sovremennyy-vzglyad-na-klimat-bezopasnosti-patsientov.pdf)



Монография посвящена исследованию климата безопасности пациентов — комплекса социально-психологических факторов, определяющих приоритет безопасности в решениях медицинского персонала. Центральный тезис работы заключается в том, что регулярный мониторинг данного климата, будучи самостоятельной подсистемой, интегрированной в стандартизированную систему внутреннего контроля качества, служит основой для внедрения риск-ориентированного управления. Основным инструментом формирования данного климата выступает язык, позволяющий коллективу открыто обсуждать ошибки, выстраивать диалог между руководителями и подчинёнными и формировать образ будущего организации.

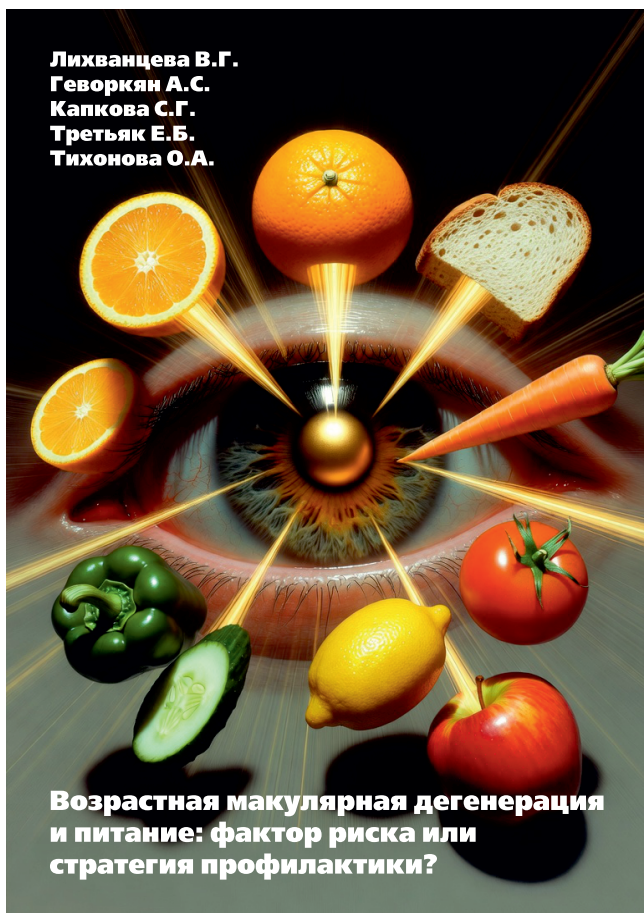
Цель книги — дать практические инструменты языка социального взаимодействия для преобразования медицинской организации в самообучающуюся систему. В такой системе безопасность пациента становится безусловной ценностью, технологии эффективно поддерживают персонал, а не конкурируют с ним, а профессионализм руководителя определяется не столько умением распределять ресурсы и подавать отчеты, сколько способностью создавать атмосферу безопасности, доверия и коллективной ответственности на благо пациентов и сотрудников медицинских организаций.

В монографии изложена эволюция концепции «климата безопасности пациентов», а также представлены современные, апробированные методы его оценки, предназначенные для непосредственного внедрения в практику управленческой деятельности.

Издание адресовано, в первую очередь, руководителям медицинских организаций, а также специалистам в области организации и социологии здравоохранения. Его цель — обеспечить читателей глубокими теоретическими знаниями и эффективным инструментарием, позволяющим целенаправленно выстраивать такую организационную культуру, в которой приоритет безопасности пациента становится безусловной ценностью и естественным элементом повседневной клинической практики.

# КНИЖНАЯ ПОЛКА

**Лихванцева В.Г.  
Геворкян А.С.  
Капкова С.Г.  
Третьяк Е.Б.  
Тихонова О.А.**



**Возрастная макулярная дегенерация  
и питание: фактор риска или  
стратегия профилактики?**

УДК 617.7  
ББК 56.756  
В64

Лихванцева В.Г., Геворкян А.С., Капкова С.Г., Третьяк Е.Б., Тихонова О.А. Возрастная макулярная дегенерация и питание: фактор риска или стратегия профилактики? Под редакцией Лихванцевой В.Г. — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025. — 228 с.

#### Авторы:

**Лихванцева В.Г.** — д.м.н., проф. кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России.

**Геворкян А.С.** — к.м.н., врач-офтальмолог, офтальмохирург офтальмологической клиники «Спектр», член Европейского и Российского обществ катарактальных и рефракционных хирургов.

**Капкова С.Г.** — к.м.н., врач-офтальмолог центрального отделения микрохирургии глаза Центра офтальмологии ФМБА России, доцент кафедры офтальмологии Института повышения квалификации ФМБА России.

**Третьяк Е.Б.** — к.м.н., врач-офтальмолог центрального отделения микрохирургии глаза Центра офтальмологии ФМБА России.

**Тихонова О.А.** — к.м.н., заведующий лабораторией мультидисциплинарных клинических исследований ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

#### Рецензенты:

**Апрелев А.Е.** — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии Оренбургского государственного медицинского университета.

**Терешенко А.В.** — д.м.н., профессор, директор Калужского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, заслуженный врач РФ.

**ISBN 978-5-93064-394-7**

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025



[https://fmbafmbc.ru/upload/iblock/da6/8wrjz9tzgomprb66zq6flgicvc10t1yc/1\\_12\\_2025\\_Broshyura\\_Vozrastnaya-makulyarnaya-degeneratsiya-i-pitanie.pdf](https://fmbafmbc.ru/upload/iblock/da6/8wrjz9tzgomprb66zq6flgicvc10t1yc/1_12_2025_Broshyura_Vozrastnaya-makulyarnaya-degeneratsiya-i-pitanie.pdf)

Монография посвящена вопросам нутрицевтики больных с возрастной макулярной дегенерацией. Авторы представили убедительные данные международных исследований, демонстрирующие изменения зрительных функций и клиническое течение заболевания в корреляции с пищевыми пристрастиями и диетами. Рассмотрены и научно обоснована необходимость устранения дефицита макулярных пигментов в сетчатке. Наглядно продемонстрированы польза и вред определенных, каждодневно потребляемых продуктов питания, в аспекте усвоения организмом, доставки в сетчатку и аккумуляции в определенных компартментах глаза. Обоснованы принципы рациональных диет для больных возрастной макулярной дегенерацией.

